



N3a.4. sz. útmutató

Új atomerőmű nyomástartó berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

Verzió száma:

1.

2020. július

Kiadta:

az OAH főigazgatója
Budapest, 2020.

A kiadvány beszerezhető:
Országos Atomenergia Hivatal
Budapest

FŐIGAZGATÓI ELŐSZÓ

Az Országos Atomenergia Hivatal (a továbbiakban: OAH) az atomenergia békés célú alkalmazása területén működő, önálló feladat- és hatáskörrel rendelkező, országos illetékességű, központi kormányzati igazgatási szerv, kormányzati főhivatal. Az OAH-t a Magyar Köztársaság Kormánya 1990-ben alapította.

Az OAH jogszabályban meghatározott közfeladata, hogy az atomenergia alkalmazásában érdekelt szervektől függetlenül ellássa és összehangolja az atomenergia békés célú, biztonságos és védett alkalmazásával, így a nukleáris és radioaktív hulladék-tároló létesítmények, nukleáris és más radioaktív anyagok biztonságával, nukleárisveszélyhelyzet-kezeléssel, nukleáris védettséggel kapcsolatos hatósági feladatokat, valamint az ezekkel összefüggő tájékoztatási tevékenységet, továbbá javaslatot tegyen az atomenergia alkalmazásával kapcsolatos jogszabályok megalkotására, módosítására, és előzetesen véleményezze az atomenergia alkalmazásával összefüggő jogszabályokat.

Az atomenergia alkalmazása hatósági felügyeletének alapvető célkitűzése, hogy az atomenergia békés célú felhasználása semmilyen módon ne okozhasson kárt a személyekben és a környezetben, de a hatóság az indokoltnál nagyobb mértékben ne korlátozza a kockázatokkal járó létesítmények üzemeltetését, illetve tevékenységek folytatását. Az alapvető biztonsági célkitűzés minden létesítményre és tevékenységre, továbbá egy létesítmény vagy sugárforrás élettartamának minden szakaszára érvényes, beleértve létesítmény esetében a tervezést, a telephely-kiválasztást, a létesítést, az üzembe helyezést és az üzemeltetést, valamint a leszerelést, az üzemem kívül helyezést és a bezárást, radioaktív hulladék-tárolók esetén a lezárást követő időszakot, radioaktív anyagok alkalmazása esetén a szóban forgó tevékenységekhez kapcsolódó szállítást és a radioaktív hulladék kezelését, míg ionizáló sugárzást kibocsátó berendezések esetén azok üzemeltetését és karbantartását.

Az OAH a jogszabályi követelmények teljesítésének módját az atomenergia alkalmazóival egyeztetett módon, világos és egyértelmű ajánlásokat tartalmazó útmutatókban fejti ki, azokat az érintettekhez eljuttatja, és a társadalom minden tagja számára hozzáférhetővé teszi. Az atomenergia alkalmazásához kapcsolódó nukleáris biztonsági, sugárvédelmi, védettségi és non-proliferációs követelmények teljesítésének módjára vonatkozó útmutatókat az OAH főigazgatója adja ki.

Az útmutatók alkalmazása előtt mindig győződjön meg arról, hogy a legújabb, érvényes kiadást használja-e! Az érvényes útmutatókat az OAH honlapjáról (www.oah.hu) töltheti le.

ELŐSZÓ

Az atomenergia békés célú, biztonságos alkalmazására vonatkozó legmagasabb szintű szabályozást az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény (a továbbiakban: Atv.) tartalmazza.

A nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről szóló rendelkezéseket a 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet (a továbbiakban: Rendelet) és mellékletei, a Nukleáris Biztonsági Szabályzatok (a továbbiakban: NBSZ) határozzák meg.

A nukleáris biztonsági követelmények és rendelkezések betartása mindazok számára kötelező, akik az Atv. 9. § (2) bekezdése szerinti folyamatos hatósági felügyelet alatt állnak, valamint e törvényben előírt hatósági engedélyhez kötött tevékenységet folytatnak, ilyen tevékenységben közreműködnek, vagy ilyen tevékenység folytatásához engedély iránti kérelmet nyújtanak be. A nukleáris biztonsági követelmények és rendelkezések mellett a követelmények közé tartoznak az egyedi hatósági előírások, feltételek és kötelezettségek, amelyeket az OAH a nukleáris létesítmény nukleáris biztonsága érdekében határozatban állapíthat meg.

Az NBSZ-ben foglalt követelmények teljesítésére az OAH ajánlásokat fogalmazhat meg, amelyeket útmutatók formájában ad ki. Az útmutatókat az OAH a honlapján közzéteszi. Jelen útmutató az engedélyesek önkéntes alávetésével érvényesül, nem tartalmaz általánosan kötelező érvényű normákat. Az útmutató nem tekinthető hivatalos jogértelmezésnek. A jogértelmezés a jogalkalmazó mindenkori feladata és felelőssége, ezért a jelen útmutatóban leírtak kizárólag szakmai álláspontnak tekinthetők, nem használhatók fel jogértelmezésként peres vagy közigazgatási eljárás során.

A Rendelet 3. § (4) bekezdése alapján, ha a kérelmező a nukleáris biztonsággal összefüggő engedély iránti kérelmét az útmutatókban foglaltak szerint terjeszti elő, továbbá, ha az engedélyes a nukleáris biztonsággal összefüggő tevékenységét az útmutatókban foglaltak szerint végzi, akkor az OAH a választott módszert a nukleáris biztonság követelményei teljesítésének igazolására alkalmasnak tekinti, és az alkalmazott módszer megfelelőségét nem vizsgálja.

Az útmutatókban foglaltaktól eltérő módszerek alkalmazása esetén az OAH az alkalmazott módszer helyességét, megfelelőségét és teljeskörűségét részleteiben vizsgálja, ami hosszabb ügyintézési idővel, külső szakértő igénybevételével és további költségekkel járhat.

Ha az engedélyes által választott módszer eltér az útmutató által ajánlottól, akkor az eltérés indokolása mellett igazolni kell, hogy a választott módszer legalább ugyanazt a biztonsági szintet biztosítja, mint az útmutatóban ajánlott.

Az útmutatók felülvizsgálata az OAH által meghatározott időszakonként, vagy az engedélyesek javaslatára soron kívül történik.

A fenti szabályozást kiegészítik az engedélyesek, illetve más, a nukleáris energia alkalmazásában közreműködő szervezetek (tervezők, gyártók stb.) belső szabályozási dokumentumai, amelyeket az irányítási rendszerükkel összhangban készítenek.

TARTALOMJEGYZÉK

| | |
|--|-----------|
| 1. BEVEZETÉS | 10 |
| 1.1. Az útmutató tárgya és célja | 10 |
| 1.2. Vonatkozó jogszabályok és előírások | 10 |
| 1.2.1. Hatósági útmutatók | 11 |
| 2. MEGHATÁROZÁSOK | 11 |
| 3. A KOMPONENSEK KÓDOSZTÁLYBA SOROLÁSA | 16 |
| 3.1. Besorolási szempontok | 16 |
| 3.2. Besorolás | 18 |
| 3.3. Lehatárolás | 18 |
| 4. AZ ALKALMAZHATÓ SZABVÁNYOK | 19 |
| 4.1. Az alkalmazható szabványok kiválasztásának szempontjai | 19 |
| 4.2. A szilárdsági megfelelés MSZ 27003-tól eltérő szabvány szerinti igazolása esetén szükséges felülvizsgálat | 20 |
| 4.3. Az alkalmazható szabványok meghatározása | 21 |
| 5. SZERKEZETI ANYAGOK | 22 |
| 5.1. Elfogadott anyagok | 23 |
| 5.2. A komponens szerkezeti anyagaira vonatkozó adatok | 27 |
| 5.3. A tervezési feszültségintenzitás és megengedett feszültség számítása | 28 |
| 5.4. Falvastagságtűrések figyelembevétele | 29 |
| 5.5. Az anyag tanúsítása | 30 |
| 6. A TERVEZÉSI ALAP MEGHATÁROZÁSA | 31 |
| 6.1. Tervezési terhelések | 31 |
| 6.2. Üzemi terhelések | 31 |
| 6.3. Terheléskombinációk | 32 |
| 6.4. Az üzemi terheléskombinációk határértékszintbe sorolása | 32 |
| 6.5. Próbaterhelések | 35 |
| 7. A TERVEZÉSI SPECIFIKÁCIÓ | 35 |
| 7.1. A komponens funkciója és határai | 36 |
| 7.2. A komponens osztályba sorolásai, és az alkalmazandó szabványok | 37 |
| 7.3. Tervezési alap | 37 |
| 7.4. A túlnyomásvédelem szükségessége | 37 |

| | |
|--|-----------|
| 7.5. A beépítési helyen várható környezeti állapotok | 38 |
| 7.6. A szerkezeti anyaggal kapcsolatos követelmények | 38 |
| 7.6.1. A szerkezeti anyag kiválasztásához szükséges adatok | 38 |
| 7.6.2. Az anyag bizonylatolása | 38 |
| 7.7. Gyártás, szerelés | 38 |
| 7.8. A működőképességre vonatkozó követelmények meghatározása | 39 |
| 7.9. Üzembe helyezés előtti vizsgálatok | 39 |
| 7.10. Komponensspecifikus előírások | 40 |
| 7.10.1. Szivattyúk | 40 |
| 7.10.2. Szerelvények | 41 |
| 7.10.3. Hőcserélők | 41 |
| 7.10.4. Tárolótartályok | 41 |
| 7.10.5. Szűrők és ioncserélők | 41 |
| 7.11. Hatósági követelmények | 41 |
| 7.12. Egyéb előírások, információk | 42 |
| 7.13. Az MSZ 27003 szabványsorozat sajátosságaiból eredő kiegészítő előírások | 42 |
| 7.14. Szerkesztési szempontok | 42 |
| 7.15. A tervezési specifikáció tanúsítása | 43 |
| 8. A SZILÁRDSÁGI MEGFELELÉS IGAZOLÁSA | 44 |
| 8.1. Általános elvek | 44 |
| 8.1.1. A megfelelés kritériumai | 44 |
| 8.1.2. Plattírozás figyelembevétele | 44 |
| 8.1.3. Nem az MSZ 27003 szabványsorozathoz tartozó szabvány alkalmazása | 45 |
| 8.1.4. A kód által nem szabályozott részletek kezelése | 45 |
| 8.1.4.1. Azonos eredetű tervezési szabályok alkalmazása | 45 |
| 8.1.4.2. Más nukleáris szabványokban lévő tervezési szabályok alkalmazása | 46 |
| 8.1.5. A tervezési nyomásra való megfelelés igazolása próbával | 46 |
| 8.2. Class 1 besorolású komponensek | 47 |
| 8.2.1. Tartályok | 48 |
| 8.2.2. Szivattyúk | 49 |
| 8.2.3. Szelepek | 49 |
| 8.2.4. Csővezetékek | 50 |

| | |
|--|-----------|
| 8.3. Class 2 és Class 3 besorolású komponensek | 51 |
| 8.3.1. Tartályok | 52 |
| 8.3.1.1. <i>A nyomásterhelésre való megfelelés igazolása</i> | 52 |
| 8.3.1.1.1. Hegesztésivarrat-tényező alkalmazása | 53 |
| 8.3.1.2. <i>A mechanikai terhelésre való megfelelés igazolása</i> | 54 |
| 8.3.1.2.1. Az önsúly figyelembevétele | 54 |
| 8.3.1.2.2. A csatlakozó csővezetékek által átadott erők | 54 |
| 8.3.1.2.3. Földrengés által keltett terhelések | 55 |
| 8.3.1.3. <i>Alternatív tartálytervezés</i> | 55 |
| 8.3.2. Szivattyúk | 56 |
| 8.3.2.1. <i>Karimás csatlakozások</i> | 56 |
| 8.3.2.2. <i>Üzemi terhelésekre megengedett nyomás</i> | 56 |
| 8.3.3. Szelepek | 57 |
| 8.3.4. Csővezetékek | 57 |
| 8.3.5. Atmoszferikus és kisnyomású tartályok | 58 |
| 8.4. Komponenstartók | 59 |
| 8.4.1. A szilárdsági megfelelés ellenőrzése | 59 |
| 8.4.2. Katalógusokból választható tartók alkalmazása | 60 |
| 8.5. A földrengésre való megfelelés igazolásának egyes kérdései | 61 |
| 8.5.1. A saját gyorsulásból eredő igénybevétel | 61 |
| 8.5.2. A csatlakozó elemek hatása | 62 |
| 8.5.3. Támaszok egymáshoz képest való elmozdulása | 62 |
| 8.6. A hegesztésre, gyártásra rendelkezésre álló információk figyelembevétele | 63 |
| 8.7. A számítás dokumentálása | 63 |
| 8.8. A tervezési jelentés tanúsítása | 64 |
| 9. KIFÁRADÁSRA VALÓ MEGFELELÉS IGAZOLÁSA | 65 |
| 9.1. Kifáradásra való megfelelés igazolása az NB-3200 alfejezet szerint | 65 |
| 9.1.1. A megfelelésigazolás lépései | 65 |
| 9.1.2. A feszültségamplitúdó meghatározása | 67 |
| 9.1.3. Fáradási szilárdságot csökkentő tényező | 68 |
| 9.1.4. A környezeti hatástényező meghatározása | 68 |
| 9.2. Kifáradásra való megfelelés igazolása nagy szelepek esetén | 68 |
| 10. A RIDEGTÖRÉSRE VALÓ MEGFELELÉS IGAZOLÁSA | 68 |
| 10.1. A ridegtörésre megfelelő anyagok | 69 |

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

| | |
|---|-----------|
| 10.2. Az anyag megfelelésének igazolása törésmechanikai elemzéssel | 70 |
| 10.2.1. A referencia-hőmérséklet meghatározása | 71 |
| 10.3. A varratanyag és hőhatásövezet megfelelő szívósságának igazolására való megfelelésének igazolása | 72 |
| 11. A TÚLNYOMÁSVÉDELMI JELENTÉS | 72 |
| 11.1. A túlnyomásvédelmi jelentés tartalma | 72 |
| 11.2. A túlnyomásvédelmi jelentés tanúsítása | 73 |
| 11.3. A túlnyomásvédelmi jelentés szerelés utáni felülvizsgálata | 74 |
| 12. A REAKTOR BELSŐ KOMPONENSEIRE VONATKOZÓ ELŐÍRÁS | 74 |
| 13. AZ ADATSZOLGÁLTATÁS RENDJE | 75 |
| 13.1. Tervezési specifikáció | 75 |
| 13.2. Tervezési jelentés | 75 |
| 13.3. Túlnyomásvédelmi jelentés | 75 |
| 14. A DOKUMENTÁCIÓK NYELVE | 76 |
| 15. HIVATKOZÁSOK | 77 |

1. BEVEZETÉS

1.1. Az útmutató tárgya és célja

Jelen útmutató ajánlásokat tartalmaz az NBSZ 3a. kötetének 3a.3.3. „Nyomástartó berendezés és csővezeték tervezése” című fejezetében rögzített előírások teljesítésére. A csővezetékek nyomástartó berendezésnek minősülnek, ezért az útmutató tárgykörébe tartoznak. Az útmutató a nyomástartó berendezés és csővezeték fogalmát az NBSZ 10. kötetének 127. sz. meghatározása szerint értelmezi.

Az új atomerőművi blokk fogalmát az NBSZ 10. kötetének 161. sz. meghatározása tartalmazza.

Jelen útmutató a tervezett berendezés szilárdsági megfelelőségének megítélését lehetővé tevő, engedélyes által végzett vagy végeztetett szilárdsági számításokra vonatkozik. Az útmutatónak nem tárgya az aktív elemek működőképességének igazolása.

Az útmutató szerinti számítások kiterjednek az üzemeltetésből adódó ciklikus feszültségek elemzésére, és az öregedés értékeléséhez szükséges feszültségszámításokra, de csak a szilárdsági számítások vonatkozásában fedik le az öregedés kezelésével kapcsolatos problémákat, illetve azokat a speciális kérdéseket, amelyekre más önálló útmutató vonatkozik, mint pl. az öregedési folyamatok figyelembevétele, reaktortartály neutronsugárzás hatására történő ridegedése, vagy a nyomás alatti hősokk értékelése.

Az NBSZ 3a.4.2.0300 bekezdése szerint a fővízkör anyagának megválasztása és tervei lehetővé kell, hogy tegyék a törés előtti szivárgás koncepciójának alkalmazását. Mivel ez a témakör sem az MSZ 27003 szabványsorozat, sem a megfeleltethető orosz szabványok szerint nem tartozik az alap szilárdságiszámítás-csomagba, ezért ennek tárgyalása nem tartozik az útmutató tárgyához.

Jelen útmutató az MSZ 27003 szabványrendszer hatályos NBSZ előírásai szerinti alkalmazásához ad ajánlásokat. Az említett szabványrendszer műszaki tartalmában az ASME BPVC-kód hazai alkalmazása. Az útmutató részletesen bemutatja, hogy az NBSZ-követelmények hogyan teljesíthetők a magyar szabvány felhasználásával.

1.2. Vonatkozó jogszabályok és előírások

A nukleáris biztonsági követelmények jogszabályi háttérét az Atv. és a Rendelet biztosítja.

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

A nyomástartó berendezések tervezésénél a Rendelet mellékletét képező NBSZ 3a, új atomerőművi blokkok tervezési követelményeit tartalmazó, kötetének előírásait veszik figyelembe.

A Rendelet vonatkozó követelményét az útmutató ott idézi *dőlt betűvel*, ahol a teljesítésre szolgáló előírások szerepelnek.

1.2.1. Hatósági útmutatók

A hatósági követelmények teljesítésére az OAH által kiadott hatósági útmutatók tartalmaznak ajánlásokat. Jelen útmutatóban tárgyalt egyes szakterületekhez kapcsolódóan az OAH honlapján további útmutatók érhetők el, amelyek ajánlásait is célszerű figyelembe venni.

2. MEGHATÁROZÁSOK

Az útmutatóban használt fogalmak, műszaki kifejezések az MSZ 27003 szabványrendszerben [1] alkalmazottakkal megegyeznek.

Ez a fejezet azokat a más értelemben is használt fogalmakat azonosítja, amelyeket az útmutató speciális értelmezésben használ.

Jelen fejezet az NBSZ 10. kötetében ismertetett meghatározásokat csak akkor értelmezi, ha a tárgy szempontjából indokolt.

Alábbi meghatározások sorrendje nem az ABC-t, hanem az egymásra épülésük logikáját követi.

Komponens

Olyan tartály, szivattyú, nyomáslefüvató szelep, elzáró- és szabályozószelep, tárolótartály, csővezetékrendszer vagy zónatartó szerkezet, amelyet az elfogadott kódrendszer vonatkozó követelményei szerint létesítenek. A komponens a nyomástartó rendszer külön egységként gyártott, meghatározott funkciót ellátó összetevője, amelyet a rendszer többi komponenséhez hegesztéssel vagy csavarkötéssel csatlakoztatnak a beépítési helyen.

Létesítés

A komponens létrehozásához szükséges tevékenységek összessége, beleértve az alkalmazott szerkezeti anyagok specifikálását, a tervezést, gyártást, szerelést, vizsgálatot, próbákat, megfelelőségtanúsításokat.

Nyomáshatároló rendszer

Olyan egy vagy több eltérő típusú komponens (tartály, cső, szivattyú, stb.) alkotja – és amelyet a csatlakozó nyomáshatároló rendszerektől előírt számú elzáró szerelvény határol –, amelyek a nyomáshatároló rendszerre

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

meghatározott egyes üzemállapotokban zártak, más meghatározott üzemállapotokban nyitottak lehetnek.

Kód

A kód a komponens létesítésénél, ezen belül a szilárdsági elemzésénél figyelembe veendő kötelező, összefüggő előírás-gyűjtemény. A kód egy szabvány, amelyet a kormány egy adott szerve elismer, vagy amit egy szerződés meghivatkozik és joghatálya van.

A kód előírásokat tartalmaz a megengedett szerkezeti anyagokra, a számítandó feszültségkategóriákra, az ezekre megengedett határértékekre, a figyelembe veendő terheléskombinációkra, a minimálisan szükséges falvastagság meghatározására, szabályokat tartalmaz a nem szabványos elemek tervezésére és a szabványos elemek alkalmazhatóságára.

Az egyes területeken alkalmazott nyomástartó berendezésekre összefüggő kódrendszereket dolgoztak ki. Ilyen kódrendszert alkotnak a nukleáris nyomástartó berendezésekre vonatkozó kódok. A kódrendszerek formálisan megjelenhetnek mint szabványok, például az MSZ 27003 [1], vagy a KTA 3201 [2] szabványsorozat, vagy szabályzatként, mint a PNAE [3], esetenként pedig kódként, mint az ASME BPVC [4].

A tervezés alapjául szolgáló kódrendszert, azon belül az adott komponensre alkalmazandó kódot az illetékes hatóság előírásai alapján azonosítják.

Kódosztály

Egyes komponentípusok – tartályok, szivattyúk, szelepek, csővezetékek – a nukleáris biztonság szempontjából eltérő fontosságú helyekre lehetnek betervezve, ezért az adott beépítési helyen szükséges megbízhatóságot a megfelelő szigorúságú előírásrendszert tartalmazó kód alkalmazása biztosítja. Egy kódrendszer általában több, különböző szigorúságú előírásrendszert tartalmazó kódot tartalmaz. Az adott beépítési helyen szükséges szigorúság mértékét a komponens kódosztályba sorolásával határozzák meg. A kódrendszer alkalmazandó kódját a kódosztályba sorolás alapján azonosítják. Egyes dokumentumokban a „kódosztály” helyett a „szilárdsági osztály” elnevezést használják.

Szabvány

A szabványok műszaki meghatározások, követelmények és útmutatások összessége, amit azért dolgoztak ki, hogy a berendezéseket, létesítményeket a biztonság és csereszabotosság biztosítása érdekében egységesen lehessen gyártani, üzemeltetni és értékelni. A szabványok előírásokat tartalmaznak egyes komponensrészek (pl. szelepek, karimák, csővezetési elemek) kialakítására, illetve félkésztermékek előállítására. A nyomástartó

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

berendezések szempontjából fontos szabványtípusok az anyagszabványok, félkésztermék-szabványok, méretszabványok és a névleges nyomású elemekre vonatkozó szabványok. A méretszabványok célja, hogy a különböző gyártók által előállított azonos funkciójú komponensek beépítési méretei azonosak, és egymással kicserélhetők legyenek. A névleges nyomású elemekre vonatkozó szabványok célja, hogy nyomásterhelésre megfelelő, előre méretezett elemek álljanak rendelkezésre.

A szabványok alkalmazhatóságát, az alkalmazhatóság szabályait a szabványokat meghivatkozó kódok tartalmazzák.

Tönkrementeli elmélet

A tönkrementeli elméletek arra keresik a választ, hogy melyik az a – számítással meghatározható – egyenértékű feszültségkategória, amelyből (a folyáshatárral illetve szakítószilárdsággal összehasonlítva) a vizsgált szerkezeti anyag tönkrementelére, illetve szilárdságára lehet következtetni. Az MSZ 27003 szabványsorozat [1] szerinti szilárdsági számítások alapjául az alábbi tönkrementeli elméletek szolgálnak.

- a) A maximálisfőfeszültség-elmélet szerint a szerkezeti anyag akkor megy tönkre, ha a számított három egymásra merőleges főfeszültség közül a legnagyobb meghaladja a szerkezeti anyagra meghatározott folyáshatárt. Ezen az elméleten alapuló szilárdsági elemzésnél a legnagyobb főfeszültséget számítják, és összehasonlítják a folyáshatár (és szakítószilárdság) figyelembevételével a szabvány szerint meghatározott, megengedett feszültség alapján képzett határértékkel.
- b) A maximálisnyírófeszültség-elmélet szerint a szerkezeti anyag akkor megy tönkre, ha a benne ébredő nyírófeszültség meghaladja a szakítóvizsgálat során a próbadarab megfolyási pontjában ébredő nyírófeszültséget. Ezen elméleten alapuló szilárdsági elemzésnél a maximális nyírófeszültséget (pontosabban annak kétszeresét) számítják, és hasonlítják össze a szakítóvizsgálatnál folyást okozó nyírófeszültség alapján meghatározott tervezési feszültségintenzitásból képzett határértékkel.

A szerkezeti anyag tönkrementelét a maximálisnyírófeszültség-elmélet írja le pontosabban, ezért az igényesebb, a biztonság szempontjából legfontosabb komponensekre vonatkozó számításoknál ezt alkalmazzák. A maximálisfőfeszültség-elmélet alapulvételének előnye az egyszerűbb számítási eljárás.

Nyomástartó berendezés és csővezeték

Az NBSZ 10. kötetének 127. sz. meghatározása: Mindazok a nyomástartó edények, tartályok, csővezetékek, biztonsági szerelvények és nyomással

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

igénybe vett tartozékok, amelyek valamelyik biztonsági osztályba tartoznak. A nyomástartó berendezéshez tartoznak a nyomással igénybe vett részekhez közvetlenül kapcsolódó elemek, így különösen a karimák, a csonkok, a csatlakozó elemek, az alátámasztások, az emelőfülek.

Erősen szennyezett közeg

Az N3a.1 sz. útmutatónak [5] 3.3.2. pontja szerint „Erősen szennyezett közeg” alatt olyan közeget értenek, amely jelentős mennyiségű olyan radioaktív anyagot tartalmaz, amely a fűtőelemek sérülésekor szabadulhat ki (hasadási termékek, felaktiválódott anyagok). Ezzel ellentétben az olyan közegeket, amelyek radioaktivitását döntően felaktiválódott korróziós termékek alkotják, „gyengén szennyezett”-nek tekintik.

B1 szintű gát

Az NBSZ 3a.2.2.0900. pontja szerinti meghatározás: B1 szinthez kell rendelni a nem izolálható gátakat, amelyek potenciálisan erősen szennyezett közeget zárnak el és meghibásodásuk esetén jelentős radioaktívközeg-kibocsátás következhet be.

Ehhez a szinthez tartozik a fűtőelempálcák burkolata, a primerkör nyomáshatára, valamint a konténment.

A B1 szintű gátak az NBSZ 3a.2.2.1300. bekezdése alapján ABOS 1 besorolásúak. Valamely nyomástartó elem B1 szinthez történő rendeléséhez az N3a.1 sz. útmutató [5] 3.3.2. pontja nyújt eligazítást.

B2 szintű gát

Az NBSZ 3a.2.2.1000. pontja szerinti meghatározás: B2 szinthez kell rendelni az olyan izolálható gátakat, amelyek potenciálisan erősen szennyezett közeget zárnak el, vagy az olyan nem izolálható gátakat, amelyek gyengén szennyezett közeget zárnak el.

Ehhez a szinthez tartoznak a szekunder gőz- és vízkörök, valamint a radioaktív anyagok üzemzavar utáni kibocsátásának elhatárolásában részt vevő rendszerelemek.

A B2 szintű gátak az NBSZ 3a.2.2.1400. pontja alapján ABOS 2 besorolásúak. Valamely nyomástartó elem B2 szinthez történő rendeléséhez az N3a.1 sz. útmutató [5] 3.3.2. pontja nyújt eligazítást.

B3 szintű gát

Az NBSZ 3a.2.2.1100. pontja szerinti meghatározás: B3 szinthez kell rendelni az olyan izolálható gátakat, amelyek gyengén szennyezett közeget zárnak el.

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

Ehhez a szinthez tartoznak a radioaktív anyagok normál üzem alatti elhatárolásában részt vevő rendszerelemek, valamint a konténment olyan, nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerei, amelyek normál üzemben és üzemzavarok során nincsenek közvetlen kapcsolatban az atomreaktor hűtőkörével vagy a konténment légterével.

A B3 szintű gátak az NBSZ 3a.2.2.1300. pontja alapján ABOS 3 besorolásúak. Valamely nyomástartó elem B3 szinthez történő rendeléséhez az N3a.1 sz. útmutató [5] 3.3.2. pontja nyújt eligazítást.

Legalacsonyabb üzemi hőmérséklet

A komponensben lévő folyadék legalacsonyabb hőmérséklete, vagy a számított legalacsonyabb fémhőmérséklet azokban az üzemállapotokban, amelyekben a nyomás az üzembe helyezés előtt alkalmazott hidraulikus nyomáspróba nyomásának 20%-ánál nagyobb.

Feszültségtípusok, -osztályok, -kategóriák

A vizsgált elem terhelése és geometriai kialakítása alapján a mechanika szabályai szerint számítják a különböző típusú feszültségeket. Példák a feszültség típusaira: σ_x , σ_y , σ_z jelölésű húzó-, nyomó-, hajlító-, és a τ_x , τ_y , τ_z jelölésű nyírófeszültségek. A számított feszültségtípusok alapján határozzák meg az értékelés alapjául szolgáló tönkremeneteli elmélet szerinti egyenértékű feszültségeket (feszültségintenzitás, legnagyobb főfeszültség), és ezeket a kiváltó terhelés típusa alapján osztályokba sorolják. Példák a feszültségosztályokra: elsődleges általános membrán-feszültségintenzitás (P_m), másodlagos membrán-feszültségintenzitás (Q_m), másodlagos hajlítófeszültség (Q_b), csúcsfeszültség (F), legnagyobb normálmembrán-főfeszültség (σ_m). Azokat a feszültségosztály-kombinációkat nevezik feszültségkategóriának, amelyekre a szabvány határértéket tartalmaz. E meghatározások helyes használatában zavart okozhat, hogy esetenként a feszültségkategória egy feszültségosztállyal (például P_m), és a feszültségosztály egy feszültségtípussal (például $\sigma_m = \sigma_x$) azonos. További zavart okozhat, hogy a feszültségosztályokat és -kategóriákat a tömörség kedvéért a szabvány sok esetben egyszerűen feszültségnek nevezi.

Engedélyes

Az a szervezet, amely jogilag felelős a nukleáris erőmű létesítéséért és/vagy üzemeltetéséért, beleértve azt a szervezetet, amely kérelmezett vagy kapott létesítési vagy üzemeltetési engedélyt az illetékes szabályozó hatóságtól.

3. A KOMPONENSEK KÓDOSZTÁLYBA SOROLÁSA

3.1. Besorolási szempontok

3a.3.6.0400. „Az F1 biztonsági funkciót megvalósító, továbbá a földrengéssel szembeni védelem megvalósításában résztvevő F2 funkciót ellátó rendszereket és rendszerelemeket úgy kell megtervezni, minősíteni, hogy azok megőrizzék a megkövetelt működőképességüket, funkciójukat biztonsági földrengés esetén. A tervezést és a minősítést a biztonsági osztálynak megfelelően, nukleáris szabványok, tesztelési eljárások szerint kell végezni.

3a.2.2.2600. Első (környezetállósági) osztályba tartoznak azok a rendszerek, rendszerelemek, amelyek aktív (F1A, F1B és F2) biztonsági funkcióval rendelkeznek az adott külső vagy belső veszélyeztető tényezővel szembeni védelem megvalósításában és lehetséges következményeinek kezelésében.

3a.3.6.0500. A B1, B2 funkciót megvalósító ABOS 1. és 2. biztonsági osztályba sorolt, továbbá a földrengéssel szembeni védelem megvalósításában részt vevő B3 funkciót ellátó rendszereket és rendszerelemeket úgy kell megtervezni, minősíteni, hogy azok megőrizzék szerkezeti integritásukat, stabilitásukat és tömörségüket biztonsági földrengés esetén. A tervezést a biztonsági osztálynak megfelelően, nukleáris szabványok szerint kell végezni.

3a.2.2.2700. Második (környezetállósági) osztályba tartoznak azok a rendszerek, rendszerelemek, amelyek passzív módon vesznek részt az adott külső- vagy belső veszélyeztető tényezővel szembeni védelem megvalósításában és lehetséges következményeinek kezelésében.

3a.3.6.0600. Biztosítani kell az F1, B1, és B2 funkciójú, továbbá a földrengéssel szembeni védelem megvalósításában részt vevő F2 vagy B3 funkciót ellátó rendszer, rendszerelem védelmét a biztonsági vagy fizikai gát funkcióval nem rendelkező rendszerelemeknek biztonsági földrengés hatására bekövetkező sérülésével, kölcsönhatásával szemben.

3a.2.2.2800. Harmadik (környezetállósági) osztályba tartoznak azok a rendszerek, rendszerelemek, amelyeknek nincs biztonsági funkciója és nem fizikai gát, de nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerelem funkcióját veszélyeztethetik.

3a.3.6.1700. Az üzemi földrengésre is tervezni és minősíteni kell az atomerőmű F1 és F2, valamint B1, B2 és B3 funkcióval rendelkező ABOS 1-3. biztonsági osztályba sorolt rendszereit és rendszerlemeit, ha az üzemi földrengés maximális vízszintes gyorsulásértéke a biztonsági földrengés maximális vízszintes gyorsulásértékének egyharmadát meghaladja. A tervezést, ellenőrzést és minősítést a TA2 üzemállapotra előírt szabályok és megfelelőségi kritériumok szerint kell végezni.”

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

Fenti előírások szerint a B1, B2 szintű izoláló funkciót ellátó nyomástartó komponenseket nukleáris szabvány szerint kell tervezni. A B3 komponenst akkor kell nukleáris szabvány szerint tervezni, ha földrengéssel szembeni védelem megvalósításában részt vesz.

Az olyan nyomástartó komponenseket, amelyeknek nincs B1, B2, B3 izoláló funkciója, de van F1, F2 biztonsági funkciója, szintén nukleáris szabvány szerint kell tervezni.

Az Amerikai Egyesült Államok kódosztály meghatározására vonatkozó szabályozását az NRC Regulatory Guide (a továbbiakban: RG) 1.26 útmutató [6] tartalmazza. Ennek alapján Class 1, Class 2, Class 3 osztályba sorolandók az olyan „A”, „B”, „C” minőségi osztályba sorolt, vizet, gőzt és radioaktív hulladékot tartalmazó nyomástartó berendezések, amelyek radioaktív közeget tartalmaznak vagy tartalmazhatnak. Az RG 1.26 [6] számos olyan berendezést D minőségi osztályba sorol, amelyek tartalmazhatnak radioaktív anyagot, ezért a hazai szabályozás szerint ABOS 3 besorolásúak lehetnek, mint például a radioaktív hulladék-kezelő rendszerek. Nem tárgyai az útmutatónak a nem vizet tartalmazó rendszerek (sűrített levegő, dízelgenerátor-üzemanyagrendszer, szellőzőrendszerek, amelyekre az útmutató nem az MSZ 27003 sorozat szerinti, hanem az adott berendezéstípus sajátosságainak legjobban megfelelő ipari szabvány alkalmazását ajánlja (RG 1.143 [7]). Ebbe a körbe értendők a tűzvédelmi rendszerek is.

Az RG 1.26 útmutató által kódosztályba nem sorolt komponensek speciális funkciója miatt a tervezésükre alkalmazott szabvány biztonsági osztályba sorolás alapján történő mechanikus meghatározása a nukleáris biztonság szempontjából sem biztosítja esetenként a legmegfelelőbb tervezést.

Olyan komponensek esetén, amelyeknél földrengésre való megfelelést kell igazolni, olyan szabvány alkalmazandó, amely a földrengési terhelésre is tartalmaz megfelelő elfogadási kritériumokat. A nukleáris szabványok tartalmazzák a földrengési terhek értékelésére vonatkozó előírásokat, ezért földrengési terhelés specifikálása esetén akkor is célszerű lehet a komponenst 3. konstrukciós osztályba sorolni, ha ez az NBSZ előírásai alapján nem feltétlenül szükséges. Megjegyzendő, hogy egyes ipari szabványok tartalmazzák a földrengés értékelésére előírásokat.

Fentiek alapján, figyelembe véve a biztonsági és izoláló funkciók NBSZ 3a.2.2.1300-1600 pontjai szerinti biztonsági osztályba sorolási szabályokat, az ABOS 1 és ABOS 2 besorolású komponenseket kódosztályba kell sorolni. Olyan ABOS 3 besorolású komponensek esetén, amelyekre az NBSZ nem írja elő kötelezően a nukleáris szabvány alkalmazását, a fenti körülmények

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

mérlegelése alapján a tervezési specifikációnak kell meghatározni, hogy nukleáris szabvány, vagy speciális ipari szabvány alkalmazását írja-e elő. Ipari szabványok alkalmazása esetén ezek megfelelőségét igazolni kell, illetve indokolt esetben kiegészítő követelményeket kell előírni.

Az NBSZ 3a.2.1.0700. pontja szerint a nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerekre, rendszerelemekre tervezési specifikációt kell készíteni, tehát valamennyi ABOS 1-3 komponensre készül tervezési specifikáció.

3.2. Besorolás

A [3.1 pont](#) szerinti besorolási szempontok figyelembevételével a nyomástartó komponenseket és rendszereket az [1. táblázat](#) alapján kell kódosztályba sorolni.

1. táblázat: Komponensek kódosztályba sorolása

| Komponens besorolása ABOS-osztály | Kódosztály |
|---|------------|
| ABOS 1 biztonsági osztályba sorolt, illetve B1 szintű izoláló funkciót ellátó nyomástartó komponens, nyomáshatároló rendszer | Class 1 |
| ABOS 2 biztonsági osztályba sorolt, illetve B2 szintű izoláló funkciót ellátó nyomástartó komponens, nyomáshatároló rendszer | Class 2 |
| Azok az ABOS 3 biztonsági osztályba sorolt nyomástartó komponensek, <ul style="list-style-type: none"> • amelyek F2 biztonsági funkciót valósítanak meg, • amelyek B3 szintű izoláló funkciót látnak el, és fölrengéssel szembeni védelem megvalósításában részt vesznek, • amelyek F2 biztonsági funkcióval nem rendelkeznek, de a tervezési specifikáció ide sorolja | Class 3 |
| Azok az ABOS 3 nyomástartó komponensek, amelyek nem kerültek Class 3 osztályba, és az ABOS 4 nyomástartó komponensek | Nincs |

3.3. Lehatárolás

Az N3a.1 útmutató [5] 3.5.3 d) pontja szerint a nagynyomású rendszerek besorolási határát általában a kettős elzárás figyelembevételével határozzák meg, vagyis a nagynyomású rendszer (üzemi nyomás > 22 bar) határfelületén elhelyezkedő rendszerelemeknél a kettős kizárást biztosító zárószerelevények mindegyikét a magasabb osztályba sorolják.

Egymás után következő biztonsági osztályba tartozó rendszerek határfelülete azonban lehet egyszeres elzárású, ha annak működtetése passzív elven valósul meg.

Ez a biztonsági osztályba sorolt elemekre vonatkozó meghatározás értelemszerűen érvényes az izoláló funkciókba soroltakra.

4. AZ ALKALMAZHATÓ SZABVÁNYOK

3a.3.3.0200. „A méretezést megalapozó, a rendszerelemek megfelelőségét alátámasztó számításokat egységes, a nukleáris iparban elfogadott előírásrendszer vagy szabvány szerint, a rendszerek, rendszerelemek biztonsági osztályának megfelelően kell elvégezni. Be kell mutatni a méretezést alátámasztó számításokat, az egyes terhelési esetekre végzett ellenőrző elemzéseket, továbbá a tervezés során feltételezett körülményeket, megfontolásokat.

3a.3.3.0300. Kerülni kell a különböző szabványok, előírás-rendszerek szerint tervezett nyomástartó berendezés és csővezeték alkalmazását. Amennyiben ilyen előfordul, a különböző előírásrendszerek alapján méretezett nyomástartó berendezés és csővezeték illesztésének, összeszerelésének lehetőségét külön elemzéssel kell alátámasztani.

3a.3.3.1500. A nyomástartó berendezések és csővezetékek tervezésére vonatkozó követelményeket, szabványokat az adott rendszer, rendszerelem biztonsági osztályával összhangban kell alkalmazni.

*3a.3.3.1600. Szilárdsági elemzést kell végezni minden biztonsági osztályba sorolt teherviselő, nyomástartó rendszer, illetve rendszerelem megfelelőségének igazolására. **A szilárdsági számítást egy előírásrendszer keretén belül lehet csak elvégezni.**”*

4.1. Az alkalmazható szabványok kiválasztásának szempontjai

Az NBSZ nem írja elő, hogy a tervezésnél kulcsszerepet játszó generáltervező csak az MSZ 27003-0 szabvány [9] NCA-3520 szakasza szerinti N-tanúsítványtulajdonos lehet. A konstrukció egyes elemeinél – a szerkezeti anyagok alkalmazásánál, gyártásnál, szerelésnél – más szabványokat is alkalmazhatnak, amit a tervezéshez alkalmazott előírásoknak figyelembe kell venniük. Ezért a tervezésnél alternatív szabványok alkalmazása nem zárható ki, de ezeknek a nyomástartó berendezések biztonsága szempontjából legalább azonos műszaki, biztonsági színvonalúnak kell lenniük a megfeleltetett MSZ 27003 szabványéval.

4.2. A szilárdsági megfelelés MSZ 27003-tól eltérő szabvány szerinti igazolása esetén szükséges felülvizsgálat

A szilárdsági megfelelés igazolására alkalmazható szabványok körét a [2. sz. táblázat](#) tartalmazza. Ha a táblázatban felsorolt szabványok közül nem az MSZ 27003 szabványsorozathoz [1] tartozó szabványt alkalmaznak, akkor el kell végezni az N9.3. sz. útmutató [49] 3.3 pontja szerinti verifikációt. A verifikáció eredményének tartalmaznia kell a szabvány adott feladatra történő alkalmazhatóságának, az alkalmazhatóság korlátainak megalapozását.

A verifikálás lefolytatásáért az adott tervezési feladatra megbízott felelős tervező felel. A szabványkiválasztás megfeleltetését az engedélyes az engedélykérelem benyújtását megelőzően értékeli és megfeleltetését a kérelemben igazolja.

Ha az adott szabványt több komponens – pl. primerköri berendezések – tervezéséhez kívánják alkalmazni, akkor az N9.3. sz. útmutató szerinti verifikációt a tervezési specifikációk elkészítése előtt előzetesen el kell végezni, és megfeleltetését igazolni.

Az általános tervezési elveket és követelményeket az N3a.41. számú útmutató [41] tartalmazza.

A szilárdsági megfelelést igazoló tervezési jelentést az engedélyesnek, vagy az általa megbízott szakértőnek felül kell vizsgálnia. Ha a szilárdsági megfelelést nem az MSZ 27003 szabvány szerint igazolták, akkor a felülvizsgálat keretében meg kell állapítani, hogy az alkalmazott szabvány tekintetében, az MSZ 27003 szabványtól [1] való eltéréséből adódóan, az eredmények konzervatívizmusa, teljesszűrésége és dokumentáltsága egyenértékűnek tekinthető-e azzal, amit az MSZ 27003 szabvány alkalmazása biztosított volna.

Ha az egyenértékűség nem állapítható meg, akkor az engedélyes a számítási eredményeket figyelembe véve a szilárdsági számítás érintett részei MSZ 27003 szerinti ellenőrzésének szükségességét állapítja meg. A számítási eredmények figyelembevétele azt jelenti, hogy ha a számított feszültségkategória az elfogadási kritériumként megállapított értéknél jelentős mértékben kisebb, akkor a kevésbé konzervatív szabvány alkalmazása esetén is biztosítottnak tekinthető az MSZ 27003 szabványnak való megfelelés. A ridegtörésre való megfelelés vonatkozásában a 10. fejezet ad eligazítást.

Az engedélyes által megállapított ellenőrzést el kell végezni vagy végeztetni.

4.3. Az alkalmazható szabványok meghatározása

Az egyes kódosztályba sorolt komponensek megfelelésének igazolására a [2. sz. táblázat](#) szerinti szabványok alkalmazhatók.

Adott komponens szilárdsági megfelelőségének igazolásához használható szabványokat a tervezési specifikáció határozza meg. Ha nem az MSZ 27003 szabványsorozathoz [1] tartozó szabványt alkalmaznak, akkor a tervezési specifikáció meghatározza azokat a kiegészítő előírásokat, amelyek biztosítják, hogy az értékelés konzervatívizmusa egyenértékű legyen az MSZ 27003 szabványsorozat szerinti megfelelő szabványéval.

2. táblázat: Alkalmazható szabványok

| Komponenstípus | Class 1 | Class 2 | Class 3 |
|-----------------------|----------------------------------|---|--|
| Tartály | MSZ 27003-1-1 [13] NB-3300 | MSZ 27003-1-2 [14] NC-3300 KTA 3211.2 [21], 8.2 pont | MSZ 27003-1-3 [15] ND-3300 MSZ EN 13445-3* [22] |
| Szivattyú | MSZ 27003-1-1 NB-3500 | MSZ 27003-1-2 NC-3500 | MSZ 27003-1-3 ND-3500 |
| Szelep | MSZ 27003-1-1 NB-3400 | MSZ 27003-1-2 NC-3400 | MSZ 27003-1-3 ND-3400 MSZ EN 12516-1* [33] MSZ EN 12516-2* [34] |
| Csővezeték | MSZ 27003-1-1 NB-3600 | MSZ 27003-1-2 NC-3600 | MSZ 27003-1-3 ND-3600 MSZ EN 13480-3* [25] |
| Atmoszferikus tartály | nem alkalmazható | MSZ 27003-1-2 NC-3800 MSZ EN 12285-2* [38] MSZ 9910* [39] | MSZ 27003-1-3 ND-3800 MSZ EN 12285-2* MSZ 9910* |

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

| Komponenstípus | Class 1 | Class 2 | Class 3 |
|-----------------------------------|-----------------------|---|--|
| Kisnyomású tartály 0 ÷ 103 kPa | --- | MSZ 27003-1-2 NC-3900 MSZ EN 12285-2*[38] | MSZ 27003-1-3 ND-3900 MSZ EN 12285-2* |
| Tartószerkezetek | MSZ 27003-1-5 [11] | MSZ 27003-1-5 [11] MSZ EN 13480-3* [25] 13. pont | MSZ 27003-1-5 [11] MSZ EN 13480-3* 13. pont |
| Reaktor belső elemei | MSZ 27003-1-6 [29], | | |

* MSZ EN szabványok választása esetén az alkalmazni kívánt szabványokat pontosan azonosítani kell, így különösen a kiadás éve, a verzió, kiegészítés, vagy melléklet megjelölésével, valamint értékelni kell alkalmazhatóságukat, pontosságukat és elégségességüket, továbbá ha szükséges, kiegészíteni vagy módosítani kell azokat. Biztosítani kell az alkalmazott szabványok koherenciáját az egész terven belül, de különösen az azonos rendszerelemre vagy azonos tevékenységre vonatkozó szabványok keveredésének elkerülése érdekében.

5. SZERKEZETI ANYAGOK

3a.3.2.0600. „A nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerek, rendszerlemek tervezésekor olyan szerkezeti anyagokat kell alkalmazni, amelyek:

a) kipróbáltak, környezetállósági szempontból minősítettek, megfelelnek a tervezési és környezeti feltételeknek, ...

3a.3.2.0800. Kifáradási igénybevételnek kitett rendszerlemek esetén kerülni kell az ötvények alkalmazását.

3a.3.2.0900. A fővízkörben és a csatlakozó rendszerek rendszerlemeiben minimálisra kell csökkenteni a Co⁶⁰ végtermékre vezető anyagok arányát (kobalt tartalmú felületkeményítő anyagok alkalmazása nem megengedett, a nikkeltartalmú anyagok alkalmazásakor figyelembe kell venni a Co⁵⁸ képződésének korlátozását).

3a.3.2.1000. Az ausztenites anyagok alkalmazása során el kell kerülni a kristályközi korrózió veszélyét titánnal stabilizált ötvözetek alkalmazása, a szén és titántartalom arányának szabályozása, illetve az alapanyagok kristályközi

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

korrozíó próbájának előírásával. Auszteniites hegesztőanyagok esetén a varrat delta-ferrit tartalmát korlátozni kell.

3a.3.2.1500. A tervezés során a szerkezeti anyagok kiválasztásakor, az anyag- vagy termékszabványok valamint az atomreaktorok gyártási és üzemeltetési tapasztalatai alapján az osztályba sorolásuknak megfelelően, differenciált módon meg kell határozni az ellenőrzéseket, anyagvizsgálatokat és a dokumentálás követelményeit.

3a.3.3.0500. Igazolni kell, hogy a B1 és B2 szintek szerinti fizikai gát funkciót teljesítő, ABOS 1. és 2. biztonsági osztályba sorolt rendszerelemek anyaga a terhelésnek megfelelő szívóssággal rendelkezik[...]"

5.1. Elfogadott anyagok

Anyagnak nevezik azt a terméket, amelyet elfogadott félkésztermék-szabványok, illetve a félkésztermék-szabványokat kiegészítő egyéb szabványok – méretszabvány, tanúsítási szabvány – követelményeinek megfelelően gyártanak, azonosítanak és tanúsítanak.

A komponensek szerkezeti anyagát a [3 sz. táblázatban](#) felsorolt szabványok szerinti anyagok közül az [5 sz. táblázat](#) kritériumai alapján választják ki.

3. táblázat: A tervezés során figyelembe vehető anyagokat tartalmazó anyag- és félkésztermék-szabvány csoportok

| Kód-osztály | Anyag- és félkésztermék-szabvány csoport |
|-------------|---|
| Class 1 | ASME BPVC Section II. Part D [44] Subpart 1, 2A és 4. sz. táblázataiban felsorolt, Section III alkalmazás jelölésű anyagok. |
| Class 2 | ASME BPVC Section II. Part D Subpart 1, 1A és 3. sz. táblázataiban felsorolt, Section III alkalmazás jelölésű anyagok. MSZ EN 13445-2 szabvány [37] A melléklete A1 táblázatában és a MSZ EN 13480-2 [50] szabványban felsorolt anyagok közül azok, amelyek megfelelnek a 4. sz. táblázat szerinti követelményeknek. Az A2-1 táblázat 8. és 10. oszlopa szerinti korlátozásokat figyelembe kell venni. |

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

| | |
|-------------|--|
| Kód-osztály | Anyag- és félkésztermék-szabvány csoport |
| Class 3 | ASME BPVC Section II. Part D Subpart 1, 1A és 3. sz. táblázataiban felsorolt, Section III alkalmazás jelölésű anyagok. MSZ EN 13445-2 szabvány A melléklete A1 táblázatában és a MSZ EN 13480-2 [50] szabványban felsorolt anyagok közül azok, amelyek megfelelnek a 4. sz. táblázat szerinti követelményeknek. Az A2-1 táblázat 8. és 10. oszlopa szerinti korlátozásokat figyelembe kell venni. |

4. táblázat: A szerkezeti anyag elfogadhatóságának feltételei

| Ssz. | Feltétel | Class 1 | Class 2 | Class 3 |
|---|--|---------|-----------------|-----------------|
| 1 | Az acél a 3. sz. táblázat szerint elfogadott szabványcsoportba tartozik | I | I | I |
| 2 | Az anyagszabvány szerinti alkalmazhatósági hőmérséklet \geq mint a komponens tervezési hőmérséklete | I | I | I |
| 3 | A szabvány legalább 50°C-onként és 20°C-on is tartalmazza a szakítószilárdság és a folyáshatár értékeit. | I | I | A ¹⁾ |
| 4 | Az MSZ EN nyomástartó anyagszabvány legalább 50°C-onként és 20°C-on is tartalmazza a folyáshatárértékeket. | N | A ²⁾ | A |
| 5 | Az anyag megfelel az 5. sz. táblázat szerinti vonatkozó szívóssági kritériumnak | I | I | I |
| I = a feltétel teljesítése kötelező, N = a feltétel nem alkalmazható, A = alternatív megoldásként elfogadható, illetve a megjegyzés szerinti feltételekkel fogadható el | | | | |

Megjegyzések:

1) Ha a többi kritérium alapján megfelelő anyagszabvány nem tartalmaz szakítószilárdságot a környezetinél nagyobb hőmérsékletekre, akkor a 4. sorszámú feltétel teljesítése elfogadható.

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

2) Ha a többi kritérium alapján megfelelő anyagszabvány nem tartalmaz szakítószilárdságot a környezetinél nagyobb hőmérsékletekre, akkor B2 izoláló funkciót nem ellátó komponensre a feltétel alkalmazható.

5. táblázat: A szerkezeti anyag szívósságának elfogadási kritériumai

| Kód- osztály | A szívósság kritériuma ^{1), 2), 3)} |
|-----------------|---|
| Class 1 | <p>a) Az NB-2311 bekezdés valamely kritériuma szerint nem szükséges ütőmunka vizsgálat, vagy</p> <p>b1) Tartályanyag, és 64 mm-nél nagyobb névleges falvastagságú cső, szivattyú, szelep: az RT_{NDT} referencia nulla duktilitási hőmérséklet az NB-2331 bekezdés szerinti, vagy más elfogadott szabvány alkalmazása esetén az RT_{NDT}-nek megfeleltethető T_k kritikus ridegtörési hőmérséklet meghatározása, és annak igazolása, hogy az RT_{NDT} vagy T_k figyelembevételével számított p-T görbe szerint az anyag a specifikált legkisebb üzemi, illetve próbahőmérsékletre megfelel.</p> <p>b2) 64 mm-nél kisebb vagy egyenlő névleges falvastagságú cső, szivattyú, szelep anyag: az NB-2332(a)-1 táblázata szerinti oldalirányú expanzió a specifikált legkisebb üzemi, illetve próbahőmérsékleten.</p> <p>b3) Csavaranyag: az NB-2333-1 táblázata szerinti oldalirányú expanzió és ütőmunka (utóbbi 102 mm névleges méret felett) a specifikált legkisebb üzemi, illetve próbahőmérsékleten.</p> |

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

| Kód- osztály | A szívósság kritériuma ^{1), 2), 3)} |
|-----------------|--|
| Class 2 | <p>a) Az NC-2311 bekezdés valamely kritériuma szerint nem szükséges ütőmunka vizsgálat, vagy</p> <p>b1) 64 mm-nél kisebb vagy egyenlő névleges falvastagságú nem csavaranyag: az NC-2332.1-1 táblázata szerinti oldalirányú expanzió, és az NC-2332.1-2 táblázata szerinti ütőmunka a specifikált legkisebb üzemi hőmérsékleten.⁴⁾</p> <p>Differenciált követelmény tartályok esetében az MSZ EN 13445-2 [37] és kétszeres biztonsági tényező⁸⁾, minimum ütőmunka (KV) 80 J az előírt hőmérsékleten.</p> <p>Differenciált követelmény csövek esetében az MSZ EN 13480-2 [50] és kétszeres biztonsági tényező⁹⁾, minimum ütőmunka (KV) 80 J az előírt hőmérsékleten.</p> <p>b2) 64 mm-nél nagyobb névleges falvastagságú nem csavaranyag: Ejtősúlyos vizsgálati módszert kell alkalmazni az ASTM E208-95 [47] szerint.⁵⁾</p> <p>b3) Csavaranyag: az NC-2332.3-1 táblázata szerinti oldalirányú expanzió és ütőmunka (utóbbi 102 mm névleges méret felett) a specifikált legkisebb üzemi hőmérsékleten.⁴⁾</p> |
| Class 3 | <p>a) Az ND-2311 bekezdés valamely kritériuma szerint nem szükséges ütőmunka vizsgálat, vagy</p> <p>b1) Nem csavaranyag: az ND-2331(a)-1 táblázata szerinti oldalirányú expanzió, és az ND-2331(a)-2 táblázata szerinti ütőmunka a specifikált legkisebb üzemi hőmérsékleten.⁶⁾</p> <p>Differenciált követelmény tartályok esetében: az MSZ EN 13445-2 [37] és másfélszeres biztonsági tényező⁸⁾, minimum ütőmunka (KV) 60 J az előírt hőmérsékleten.</p> <p>Differenciált követelmény csövek esetében: az MSZ EN 13480-2 [50] és másfélszeres biztonsági tényező⁹⁾, minimum ütőmunka (KV) 60 J az előírt hőmérsékleten.</p> <p>b2) Csavaranyag: az ND-2333-1 táblázata szerinti oldalirányú expanzió és ütőmunka a specifikált legkisebb üzemi hőmérsékleten.⁷⁾</p> |

Megjegyzések:

- 1) Az előírt Charpy-ütőmunka (KV) értéke hengerelt acéloknál a keresztirányú próbatesteken mért értékekre vonatkozik.
- 2) A próbatestek számának, illetve az elfogadási kritériumoknak a hivatkozott szabványban előírtaknak kell megfelelniük.
- 3) Az előírt ütőmunka értékei mind az alapanyagra, mind az alapanyag hegesztésíhőhatás-övezetbe eső részére, mind pedig a hegesztésivarrat-anyagra vonatkoznak.
- 4) Nem B2 izoláló funkciót ellátó komponens esetén az oldalirányúexpanzió-kritérium alkalmazása nem szükséges. A 25-103 mm névleges átmérő tartományban Charpy-ütőmunka szükséges, aminek KV-értéke az ND-2333-2 táblázat szerintinél nem lehet kisebb.
- 5) Az ejtősúlyos vizsgálat helyett Charpy-vizsgálat alkalmazható olyan elfogadott szerkezeti anyagok esetén, amelyekre az anyagszabványban előírt szükséges KV-ütőmunka az NC-2332.1-2 táblázat szerintinél nem kisebb.
- 6) Olyan elfogadott szerkezeti anyagok esetén, amelyekre az anyagszabványban előírt szükséges KV-ütőmunka az ND-2331(a)-2 táblázat szerintinél nem kisebb, és oldalirányúexpanzió-kritérium nincs előírva, az oldalirányúexpanzió-kritérium alkalmazása nem szükséges.
- 7) Olyan elfogadott szerkezeti anyagok esetén, amelyekre az anyagszabványban előírt szükséges KV-ütőmunka az ND-2333-2 táblázat szerintinél nem kisebb, és oldalirányúexpanzió-kritérium nincs előírva, az oldalirányúexpanzió-kritérium alkalmazása nem szükséges.
- 8) A plusz biztonsági szorzó tényezője az MSZ EN 13445-2 [37] szabványban meghatározottakhoz képest.
- 9) A plusz biztonsági szorzó tényezője az MSZ EN 13480-2 [50] szabványban meghatározottakhoz képest.

5.2. A komponens szerkezeti anyagaira vonatkozó adatok

Az alkalmazott anyagokra az alábbi adatokat kell a tervezési jelentésben megadni:

- a) Az anyagjel, és az adott anyagot specifikáló termékszabvány (a továbbiakban: szabvány).
- b) Az anyag alkalmazásának szabvány szerint megengedett maximális hőmérséklete.
- c) Az anyagszabvány szerinti minimális szakítószilárdság- és folyáshatárérték környezeti hőmérsékleten.

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

- d) Az anyagszabvány szerinti szakítószilárdság- és folyáshatárértékek a környezetinél magasabb hőmérsékleteken 50°C-onként.
- e) Class 1 tartály, és 64 mm-nél nagyobb névleges falvastagságú cső, szivattyú, szelep anyagánál az RT_{NDT} referencia nulla duktilitási hőmérséklet, vagy más elfogadott szabvány alkalmazása esetén az RT_{NDT} -nek megfeleltethető T_k kritikus ridegtörési hőmérséklet.
- f) Class 2 és Class 3 anyagnál, illetve 64 mm-nél kisebb vagy egyenlő névleges falvastagságú cső, szivattyú, szelep anyagánál az anyagszabvány szerinti KV-ütőmunka és/vagy oldalirányúexpanzió-értékek a legkisebb üzemi, vagy annál alacsonyabb hőmérsékleten.
- g) A termékszabvány szerinti, illetve a termékszabvány által meghivatkozott méretszabvány szerinti mérettűrések.
- h) Fáradásszámítás esetén a figyelembe veendő fáradási görbe.
- i) Egyéb, a számításnál felhasznált anyagjellemző.

5.3. A tervezési feszültségintenzitás és megengedett feszültség számítása

A tervezési feszültségintenzitást és a megengedett feszültséget a [6. sz. táblázat](#) alapján számítják. Ha a [4. sz. táblázat](#) alapján a környezetinél nagyobb hőmérsékletre a szakítószilárdság megadása nem szükséges, akkor a képletekben szereplő, R_{mt} -t tartalmazó tag figyelmen kívül hagyható.

6. táblázat: A tervezési feszültségintenzitás és a megengedett feszültség számítására szolgáló képletek

| Besorolás | Képlet | Forrás: 2001. BPVC II. [44] |
|---|---|--------------------------------------|
| Class 2 és Class 3, hengerelt, kovácsolt, öntött ¹⁾ nem csavaracél | $S = \min \left\{ R_m \cdot \frac{1}{3,5}; R_{eH} \cdot \frac{2}{3}; R_{mt} \cdot \frac{1,1}{3,5}; R_{p0,2} \cdot \frac{2}{3} \right\}$ | 1. mell. 1-100 táblázat |
| Class 1, hengerelt kovácsolt, öntött ¹⁾ nem csavaracél | $S_m = \min \left\{ R_m \cdot \frac{1}{3}; R_{eH} \cdot \frac{2}{3}; R_{mt} \cdot \frac{1,1}{3}; R_{p0,2} \cdot \frac{2}{3} \right\}$ | 2. mell. 2- 100(a) táblázat |
| Class 2 és Class 3, hőkezelt csavaracél | $S = \min \left\{ R_m \cdot \frac{1}{4}; R_{eH} \cdot \frac{2}{3}; R_{mt} \cdot \frac{1,1}{4}; R_{p0,2} \cdot \frac{2}{3} \right\}$ | 2. mell. 2- |

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

| | | |
|--|--|----------------------------|
| | | 100(b) táblázat |
| Class 2 és Class 3, szilárdságnövelő hőkezelésnek alávetett csavaracél | $S = \min \left\{ R_m \cdot \frac{1}{5}; R_{eH} \cdot \frac{1}{4}; R_{mt} \cdot \frac{1,1}{4}; R_{p0,2} \cdot \frac{2}{3}; \right\}$ | 2. mell. 2-100(b) táblázat |
| Class 1, szilárdságnövelő hőkezelésnek vagy alakítási keményítésnek alávetett csavaracél | $S_m = \min \left\{ R_{eH} \cdot \frac{1}{3}; R_{p0,2} \cdot \frac{1}{3}; \right\}$ | 2. mell. 2-100(c) táblázat |
| <p>S = megengedett feszültség a szerkezeti anyag vizsgált hőmérsékletén S_m = tervezési feszültségintenzitás R_m = minimális szakítószilárdság környezeti hőmérsékleten R_{eH} = minimális folyáshatár környezeti hőmérsékleten R_{mt} = szakítószilárdság a vizsgálati hőmérsékleten, a vizsgálati hőmérséklet a vizsgált üzemállapot, vagy próba hőmérséklete $R_{p0,2}$ = legkisebb 0,2%-os egyezményes folyáshatár a vizsgálati hőmérsékleten</p> <p>Egyéb előírások:</p> <p>Class 1 komponensek esetén az MSZ 27003 szabványsorozat NB-3000, Class 2 komponensek esetén az NC-3000, Class 3 komponensek esetén az ND-3000, tartók esetén az NF-3000, zónatartó szerkezetek esetén az NG-3000, továbbá a XIII-1000 fejezetek releváns részeit kell figyelembe venni.</p> | | |

Megjegyzések:

1) Azoknál a komponenseknél, amelyeknél a szabvány öntési minőségi tényező figyelembevételét írja elő, a tényezőt meg kell határozni, és a képlettel meghatározott megengedett feszültséget a tényezővel meg kell szorozni.

Olyan komponenseknél, amelyeknél az MSZ 27003 szabványsorozat a megengedett feszültség számítására eltérő eljárást ír elő, az eltérő eljárás szerint számított értéket veszi figyelembe.

5.4. Falvastagságtűrések figyelembevétele

A felhasznált félkésztermékek névleges falvastagságának megállapításánál figyelembe veszik a negatív gyártási tűrést. A szabvány által meghatározott képletekkel számított szükséges falvastagsághoz hozzáadják a termékszabvány szerint megengedett negatív vastagságtűrést, kivéve, ha a szabvány szerint erre nincs szükség. Lemezek esetén az MSZ 27003-1-2 [14]

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

ND-2124(b), és az MSZ 27003-1-3 [15] NC-2124(b) szakaszai meghatározzák, hogy milyen esetben nem szükséges a tűrés figyelembevétele.

5.5. Az anyag tanúsítása

Az MSZ 27003-0 szabvány [9] NCA-9000 fejezete a „Tanúsított anyagvizsgálati jelentés”, és „Megfelelőségi nyilatkozat” meghatározását tartalmazza. E meghatározásokat az MSZ EN 10204 szabvány [10] kategóriáival összevetve a 3.2-es „Szakértői minőségi tanúsítvány”, illetve 2.1-es „Megfelelőségi nyilatkozat” feleltethető meg az MSZ 27003-0 kategóriáinak.

Az MSZ 27003 szabványsorozat NB(NC,ND)-2130 szakasza írja elő a nyomástartó, illetve egyéb anyagokra kiállítandó tanúsítványokat. Fentiek, valamint az NCA-3861 és NCA-3862 szakaszai alapján a kiállítandó tanúsítványokat a [7. táblázat](#) foglalja össze.

7. táblázat: Szerkezeti anyagok bizonylatolási követelményei

| Kódosztály | Tanúsított anyagvizsgálati jelentés ¹⁾ | Megfelelőségi nyilatkozat ²⁾ |
|------------|--|--|
| Class 1 | Nyomástartó anyag, kivéve, amire a megfelelőségi nyilatkozat elegendő MSZ 27003-1-1 NB-2100 | Többi anyag, ≤ DN20 cső, csőelem, ≤ M25 csavar (NCA-3862(g)) MSZ 27003-1-1 NB-2130 |
| Class 2 | Nyomástartó anyag, kivéve, amire a megfelelőségi nyilatkozat elegendő MSZ 27003-1-2 NC-2100 | Többi anyag, ≤ DN20 cső, csőelem, ≤ M25 csavar (NCA-3862(g)) MSZ 27003-1-2 NC-2130 |
| Class 3 | Nyomástartó anyag, kivéve, amire a megfelelőségi nyilatkozat elegendő MSZ 27003-1-2 ND-2100 | Többi anyag, ≤ DN50 cső, csőelem, ≤ M25 csavar, 645 mm ² -nél kisebb keresztmetszetű rúdanyag, ≤ DN50 belépő csonkú szivattyú, szerelvény (ND-2610(c)) MSZ 27003-1-3 ND-2130 |

Megjegyzések:

- 1) Lásd az MSZ 27003-0 szabvány [9] NCA-3862 szakasza, Az anyagok tanúsítása c. pontját.
- 2) Megfelelőségi nyilatkozat (Certificate of Compliance): Írásos nyilatkozat, amely igazolja, hogy az anyagok megfelelnek az előírt követelményeknek.

6. A TERVEZÉSI ALAP MEGHATÁROZÁSA

3a.3.1.0850. „A rendszerek, rendszerelemek tervezésénél a terheket és a terheléskombinációkat azon körülmények, hatások elemzése alapján kell meghatározni, amelyek között a rendszer, rendszerelem biztonsági funkciója megvalósul, figyelembe véve a normál üzemet, a várható üzemi eseményeket, a tervezési üzemzavarokat és a teszt-körülményeket, valamint a rendszerelem biztonsági és földrengés-biztonsági osztályát is. A konkrét kombinációkat a tervezési specifikációban a terhek egyidejűsége és fontossága alapján kell meghatározni. Azokban az esetekben, amikor a rendszer, rendszerelemnek a biztonsági funkciója a TAK üzemállapotok kezelésénél szükséges, az azokra jellemző terheléseket és környezeti hatásokat kell figyelembe venni.

3a.3.3.0100. A tervezés során meg kell határozni az üzemi körülményeket és a mechanikai terheléseket, terhelési ciklusokat - beleértve a külső és belső veszélyeztető tényezők által kiváltott hatásokat -, amelyek között az adott nyomástartó berendezés és csővezeték üzemelhet.”

A tervezési alapot a tervezési specifikációnak tartalmaznia kell.

A komponens szilárdsági megfelelőségének ellenőrzésénél figyelembe veendő tervezési alapot az alábbi tételek alkotják.

- a) Tervezési terhelések,
- b) Üzemi terhelések,
- c) Üzemi terheléskombinációk és ezek határértékszintbe sorolása,
- d) Próbaterhelések.

Az üzemi terheléseket és a terheléskombinációk szintjét a komponens magában foglaló rendszer-, blokk-, üzemi és próbaállapotaiból, és a komponens biztonsági funkciójából, fontosságából határozzák meg.

6.1. Tervezési terhelések

A tervezési terheléseket az A-szintbe sorolt üzemi terhelések figyelembevételével határozzák meg az NCA-2142.1 előírásai alapján.

6.2. Üzemi terhelések

Az üzemi, a komponens magában foglaló rendszer, illetve blokk tervezési alapja szerint beazonosított TA1, TA2, TA3 és TA4 üzemállapotok, a komponens funkciójából eredő hatások, és a várható környezeti hatások alapján meghatározzák az üzemi terheléseket, terhelésváltozásokat.

6.3. Terheléskombinációk

3a.3.6.1000. „A rendszerek, rendszerelemek funkcióját figyelembe véve kell meghatározni a biztonsági földrengés által kiváltott teherrel kombinált terheket. A földrengésre való tervezés során az atomerőmű üzemi, leállított, karbantartás, átrakás alatti vagy TA2 üzemállapotában fellépő terheket kell kombinálni a biztonsági földrengésből adódó terhekkal. A megfelelőség kritériuma vonatkozhat a feszültségekre, az alakváltozásokra, az elmozdulásokra és a működőképességre, valamint ezek kombinációira az adott biztonsági osztályra vonatkozó nukleáris szabványok szerint. A TA3-4 üzemállapotot eredményező események és a biztonsági földrengés, mint független események egyidejűségét nem kell feltételezni. A tervezésnél figyelembe kell venni a biztonsági földrengés másodlagos hatásait is.”

Az egyidejűleg ható, illetve egyidejűleg hatónak feltételezett, beazonosított terhelések alkotják a terheléskombinációkat, amelyeket a tervezési specifikáció meghatároz.

6.4. Az üzemi terheléskombinációk határértékszintbe sorolása

A tervezési specifikáció meghatározza a beazonosított terheléskombinációkra számított feszültségkategóriák értékelésénél figyelembe veendő határértékek szintjét, amit röviden határértékszintnek neveznek. A besorolás kritériumait a [8. táblázat](#) tartalmazza.

8. táblázat: Az üzemi terheléskombinációk határértékszintbe sorolása

| Határértékszint | Határértékszinthez rendelés kritériuma | Megfelelés | Példa az állapotról |
|-------------------------------------|--|---|---|
| A MSZ 27003 NB(C)- 3200 | Az üzemi funkció érdekében fellépő normál üzemállapotok. | Az A-szintű üzemi határértékek, amelyeknek a tervezési specifikációban beazonosított valamennyi A-szintű üzemi terhelésre teljesülniük kell, amelyeknek az alkatrészek vagy a tartók előírt üzemi funkciója teljesítése során ki lehetnek téve. | Indítás, leállítás, normálüzem, normálüzemi terhelésváltozások. |

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

| Határértékszint | Határértékszinthez rendelés kritériuma | Megfelelés | Példa az állapotról |
|-------------------------------------|--|---|--|
| B MSZ 27003 NB(C)- 3200 | Várható, tervezett események, amelyek az üzemi funkcióhoz ¹⁾ nem szükségesek, de a normál üzemvitel velejárói, bekövetkezésükkor a komponens nem vonják ki az üzemből, illetve nem állítják le. ²⁾ | A B-szintű üzemi határértékek, amelyeknek a tervezési specifikációban beazonosított minden B-szintű üzemi terhelésre teljesülniük kell. A komponenseknek vagy tartóknak ezen terheléseket javítást igénylő károsodás nélkül kell elviselniük. | Nyomáspróba, üzemi földrengés, biztonságiszele p-lefűvás |
| C MSZ 27003 NB(C)- 3200 | Események, amelyek után a komponens ellenőrzésre, javításra esetleg ki kell vonni az üzemelésből. ^{3), 4)} | A C-szintű üzemi határértékek, amelyeknek a tervezési specifikációban beazonosított valamennyi C-szintű üzemi terhelésre teljesülniük kell. E határérték a szerkezeti folytonossági hiányterületeken nagy deformációkat tesz lehetővé, amely szükségessé teheti ellenőrzés céljából a komponensek üzemből való eltávolítását, vagy a komponens, vagy a tartó javítását. | Nem várt nyomásnövekedési tranziens (pl. biztonságvédelmi működés nélküli üzemzavar (ATWS) esetén) |

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

| Határértékszint | Határértékszinthez rendelés kritériuma | Megfelelés | Példa az állapotr |
|-------------------------------------|--|--|-----------------------|
| D MSZ 27003 NB(C)- 3200 | Események, amelyek után a komponens javítani kell, esetleg véglegesen ki kell vonni az üzemelésből ^{3), 5)} | A D-szintű üzemi határértékek azon határértékek, amelyeknek a tervezési specifikációban beazonosított valamennyi D-szintű üzemi terhelésekre teljesülniük kell. E határértékek olyan nagymértékű, általános deformációkat engedélyeznek, amelyek következményeként a méretstabilitás elvesztésével, javítást igénylő károsodással járnak és amelyek megkívánhatják a komponens üzemből való eltávolítását. | Biztonsági földrengés |

Megjegyzések:

- 1) Az üzemi funkció például a fővízkör és főgőzrendszer, tápvízrendszer esetén az energiatermelés, a hűtőrendszerek esetén a hűtés.
- 2) Class 1 komponens esetén a tervezési specifikáció megadja az olyan üzemi állapotok várható időtartamát, amelyekhez „B” szintű határértéket rendelnek hozzá.
- 3) A „C” illetve „D” szintű határérték csak olyan terheléshez rendelhető hozzá, amelynek következtében fellépő komponens-üzemképtelenség a biztonsági követelményeket nem sérti.
- 4) A „C” szintű határérték csak olyan terhelésekhez rendelhető hozzá, amelyek bekövetkezési gyakorisága elég kicsi ahhoz, hogy a halmozódó károsodáshoz számottevően ne járuljon hozzá. A megengedhető gyakoriságot az alkalmazott kód általában meghatározza.
- 5) Az olyan üzemi állapot következtében, amelyhez „D” szintű határértéket rendelnek, a komponens tönkremenetelét tételezik fel, ezért a ciklusszám értelemszerűen egy. Ha a komponens megjavítják, és ismét üzembe helyezik, ennek megalapozásához külön specifikációt készítenek.

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

Ha a tervezési alapot Class 1 komponensre határozzák meg, akkor az összes „A”, „B”, „C” szintű terhelésnek megadják a terhelési ciklusszámát is.

6.5. Próbaterhelések

A próbaterheléseket az alkalmazott kód alapján határozzák meg. Próbaterhelésen az üzembe helyezés előtti próbák által keltett terheléseket értik. Az üzemelés alatti próbák üzemi terhelésnek minősülnek, és ezeket a fentiek szerinti szempontok alapján terhelési szintbe sorolják.

7. A TERVEZÉSI SPECIFIKÁCIÓ

3a.2.1.0700. „A nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerek, rendszerelemek tervezési alapját szisztematikusan kell meghatározni és dokumentálni. A műszaki követelményeket tervezési specifikációkban kell rögzíteni.

3a.3.3.1400. A szilárdsági elemzések eredményeinek igazolniuk kell, hogy:

a) a vizsgált berendezés, csővezeték élettartama elegendően hosszú, figyelembe véve a teljes tervezett üzemideje során várható terheléseket és öregedési folyamatokat;

b) a szerkezeti anyagok az öregedés és az üzemállapotra előírt kritériumok figyelembevételével megfelelnek a TA1-4 és TAK1 üzemállapotokban a számított maximális terheléseknek; továbbá

c) a szerkezetben a feszültségintenzitási tényező értéke a képlékeny alakváltozás figyelembevételével sehol sem haladja meg a kialakult hőmérséklethez tartozó törési szívósságot

3a.3.3.1700. A szilárdsági elemzésekben felhasznált adatoknak konzervatív közelítésből kell származniuk, azokat a választott szabvánnyal összhangban kell felvenni. Figyelembe kell venni a szerkezeti anyagok degradációjához vezető hatásokat.

3a.3.3.1900. A szilárdsági elemzések segítségével ki kell mutatni, hogy TA1-4 és TAK1 üzemállapotokban a vizsgált rendszerelemek terhelése az elfogadható terhelési érték alatt marad.”

A tervezési specifikáció, amely a konkrét berendezések tervezése előtt készül, tartalmazza mindazokat az adatokat és követelményeket, amelyek alapján készülő szilárdsági számítás igazolja a komponens nyomástartó funkciójának a biztonsági osztályba sorolásnak megfelelő megbízhatósággal való teljesülését a meghatározott üzemidőn belül.

A tervezési specifikációt minden esetben úgy kell elkészíteni, hogy az alapján elvégezhető legyenek az MSZ 27003 szabványsorozat szerinti ellenőrző

számítások akkor is, ha a szilárdsági számításokat más szabvány szerint végezték.

A berendezés nem nyomástartó funkcióinak megvalósulásához szükséges előírások specifikálása nem tárgya a tervezési specifikációnak. Ilyen nem nyomástartó funkciók: szivattyú közegszállítása (motor, csapágó, járókerék, NPSH), szerelvénynyitás, -zárás (motor, kézi hajtás, helyzetjelzés), hőcserélő megkívánt hőátadása, szűrő szűrésre vonatkozó előírásai. A kapcsolódó specifikációkat meg kell hivatkozni.

A tervezési specifikáció minimálisan az alábbiakat tartalmazza.

7.1. A komponens funkciója és határai

A komponens funkciója, fő adatai:

- a) A generáltervező meghatározza a komponens üzemi funkcióját, fő műszaki adatait (méret, nyomás, hőmérséklet), (pl. szerelvény, szivattyú, tárolótartály).
- b) A generáltervező meghatározza, hogy a komponens hosszú életű rendszerelemnek minősül-e, illetve, ha nem, akkor meghatározza a tervezett üzemidejét.

A komponens és a csatlakozó komponensek közötti határok:

A komponens határai a szállítási határok, amelyek alapján a gyártó leszállítja a berendezést. A határok közé eső komponenselemek képezik a vizsgálat tárgyát. A határ meghatározásánál megadandó információk:

- a) A határ helyének pontos kijelölése (például a tartálycsonk és csatlakozó cső közötti varrat, annak megadásával, hogy a varrat a berendezéshez, vagy a csatlakozó elemhez tartozik)
- b) A csatlakozó elem által a berendezésnek átadott erők, nyomatékok, elmozdulások (pl. földrengés hatására a nagy tömegű csatlakozó elem elmozdul, amit a berendezésünk kisméretű csatlakozása nem tud korlátozni, inkább leszakad), egyéb hatások
- c) A határ szerkezeti kialakítása (pl. karimás, hegesztett)

A komponens részei közötti határok:

A tervezési specifikáció meghatározza a komponensen belül a nyomáshatároló elemek és a csatlakozó elemek közötti határokat. Csatlakozó elemeknek minősülnek a komponens nyomáshatároló részének külső vagy belső felületéhez csatlakozó, vagy azzal érintkezésben lévő komponensrészek (pl. tartószerkezet, szűrőelem).

Ezek a határok jelölik ki azon komponensrészeket, amelyeket a választott kód meghatározott fejezete (pl. tartály, cső), vagy más kapcsolódó kód (pl. tartó) alapján kell elemezni, illetve amelyeket nem a kód szerint kell elemezni.

7.2. A komponens osztályba sorolásai, és az alkalmazandó szabványok

A tervezési specifikáció meghatározza a komponens biztonsági, kódosztályba, földrengés-biztonsági osztályba sorolását. A kódosztályba sorolást a [3.2. pont](#) figyelembevételével határozzák meg.

A tervezési specifikáció megadja az alkalmazandó szabványokat. A szabványokat a [4. pont](#) figyelembevételével határozzák meg.

Az MSZ 27003 szabvány esetenként más szabványokra (pl. ASME Section II., Section IX.) hivatkozik, ezeknek meg kell határozni a figyelembe vehető kiadását, illetve kiadásait.

A tervezési specifikáció meghatározza az összetett nyomástartó berendezés (pl. gőzfejlesztő) osztályba sorolását, illetve a vonatkozó speciális követelményeket.

Ha a tervezési specifikáció nem az MSZ 27003 szabványsorozat [1] szerinti szabvány alkalmazását engedélyezi, akkor meghatározza az alkalmazás azokat a kiegészítő előírásokat, amelyek biztosítják, hogy a számítási eredmények konzervatívizmusa egyenértékű legyen az MSZ 27003 szabványsorozat szerinti kódosztálynak megfelelő szabványával. Ilyen kiegészítések lehetnek a következők:

- a) A tervezési feszültségintenzitás, megengedett feszültség meghatározása
- b) Terhelések határértékszintjének meghatározása
- c) Az egyes feszültségkategóriákra megengedett határértékek

7.3. Tervezési alap

A tervezési specifikáció tartalmazza: egyéb előírás hiányában legalább a [0. pont](#) szerint meghatározott nyomástartó funkcióhoz tartozó tervezési alapot.

7.4. A túlnyomásvédelem szükségessége

Ha a tervezési alapon beazonosított üzemi állapotok között van olyan, amely által előidézett nyomásemelkedésre nem határoztak meg határértékeket, az ilyen nyomásemelkedés elkerülésére túlnyomásvédelem alkalmazását írja elő a tervezési specifikáció. A tervezési specifikáció felsorolja, és specifikálja ezeket az üzemállapotokat. A túlnyomásvédelem kialakításával kapcsolatos követelményeket a túlnyomásvédelmi jelentés (NB(C,D)-7200) tartalmazza (lásd az útmutató 11. fejezetét).

A túlnyomásvédelem követelményeit az MSZ 27003 NB(C,D)-7000 fejezetei tartalmazzák.

7.5. A beépítési helyen várható környezeti állapotok

A környezeti állapotok kihatnak a kezelés, karbantartás lehetőségeire, az aktív elemek (motorok) működőképességére, és esetenként a szerkezeti anyag tulajdonságaira, ezért ezeket a konstrukciónál figyelembe kell venni.

A komponens beépítési helyén, a helyiségben várható környezeti állapotokat a tervezési alaphoz beazonosított üzemállapotokra adják meg. Környezeti állapotok alatt a beépítési helyen várható nyomást, hőmérsékletet, páratartalmat, sugárzást értik.

7.6. A szerkezeti anyaggal kapcsolatos követelmények

7.6.1. A szerkezeti anyag kiválasztásához szükséges adatok

A szerkezeti anyagok elfogadhatóságával kapcsolatos minimális követelményeket az [0. pont](#) tartalmazza. A megfelelő anyag kiválasztásához, és a számításhoz szükséges anyagjellemzők azonosításához a tervezési specifikáció adatokat közöl. Például:

- a) Nyomáspróba-hőmérséklet és legkisebb üzemi hőmérséklet, az ütőmunka-vizsgálat hőmérsékletének meghatározásához.
- b) Legnagyobb üzemi hőmérséklet, az erre a hőmérsékletre alkalmazható acél választásához.
- c) Ha az anyag korróziós környezetben üzemel, és a szokásos számítási esetekben figyelembe vett korróziós pótlék nem elegendő, akkor a korróziós pótléket a tervezési specifikáció meghatározza.
- d) A hőkezelés, gyártás tervezett üzemelésből eredő korlátai, szokásostól eltérő korróziós pótlék.
- e) Figyelembe veendő fáradási görbe.
- f) A környezeti behatások miatt szükséges megengedett feszültségcsökkentés, fáradási görbe módosítása.

7.6.2. Az anyag bizonylatolása

Az MSZ 27003 szabványsorozat [1] a leszállított szerkezeti anyagok megfelelőségének igazolására a [7. táblázat](#) szerinti bizonylatolást írja elő más egyéb (szigorúbb) előírások hiánya esetén.

7.7. Gyártás, szerelés

Ha a gyártást, szerelést nem az MSZ 27003 szabványsorozat [1] előírásai alapján végzik, a tervezési specifikáció meghatározza a gyártáshoz,

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

szereléshez alkalmazott, korábban verifikált szabványokat. Igazolja, hogy az alkalmazott gyártási, szerelési technológiák megfelelnek az MSZ 27003 szabvány előírásainak, azzal egyenértékű, vagy jobb szilárdsági tulajdonságokkal rendelkező terméket eredményeznek.

Példa ilyen előírásokra:

- a) Hegesztésivarrat-típusok, varratkategóriák;
- b) Hegesztési technológia vizsgálata;
- c) A varratanyag és hőhatásövezet roncsolásos vizsgálatai a technológiavizsgálati próbadarabon;
- d) Varratvizsgálati terjedelem;
- e) Elfogadási szint.

A tervezési specifikáció meghatározza azokat a gyengítési, csökkentési tényezőket, pótlékokat, amelyeket a számításnál figyelembe kell venni.

7.8. A működőképességre vonatkozó követelmények meghatározása

Az MSZ 27003 szabványsorozatnak nem tárgya a funkció teljesítéséhez szükséges működés megvalósulásának specifikációja, de gondoskodni kell arról, hogy a működőképesség se maradjon megoldatlan, ezért meg kell hivatkozni a működéssel kapcsolatos specifikációt tartalmazó más dokumentumot (például műszaki specifikáció).

Ha a vizsgált üzemállapotban szükséges működés a berendezés elemeinek olyan mozgásával valósul meg, amelyet a nyomástartó elemek számottevő deformációja akadályozhat, a deformáció elfogadható mértékét a tervezési specifikáció írja elő (például szivattyú- vagy szerelvényház működése).

7.9. Üzembe helyezés előtti vizsgálatok

A tervezési specifikáció tartalmazza az üzembe helyezés előtti vizsgálatokkal kapcsolatos előírásokat az MSZ 27003 szabvánnyal összhangban. E vizsgálatokat a tervezés fázisában határozzák meg.

A tervezési specifikáció felsorolja azon komponenseket, komponensrészeket, amelyek üzembe helyezés előtti vizsgálata szükséges, és e vizsgálatokat specifikálja.

7.10. Komponensspecifikus előírások

7.10.1. Szivattyúk

A szivattyúkat általában nem egy meghatározott felhasználási helyre tervezik, hanem előre megtervezett terméksorozatokból választják ki. A tervezési specifikáció meghatározza az osztályba sorolásnak megfelelő kiválasztási szempontokat és tervezési követelményeket. A kiválasztás szempontjainak meghatározásánál az N3a.41 útmutató [41] 3.2.3. pontjában foglaltakat is figyelembe veszik.

A kivételek közé tartozik a főkeringtető szivattyú, amelynek a zónahűtés fenntartásában betöltött szerepe miatt különleges tervezési szempontoknak is meg kell felelnie. Az NBSZ szerint:

3a.4.8.3000. „A fő keringtető szivattyúk esetén biztosítani kell a szivattyúk hosszú kifutási idejének elegendőségét az EBJ és VBJ elemzéseiben előírányozottak szerint. Az előírányozott kifutási idő meglétét az üzembe helyezési próbák során igazolni kell.”

A tervezési specifikációnak meg kell jelölnie az elegendő kifutási idő biztosításához szükséges lendkerék és a hozzá tartozó tengely kötéstervezési követelményeit tartalmazó szabványt, amellyel igazolják annak megfelelőségét. A konstrukciós követelmények vonatkozásában elfogadott a US NRC SRP 5.4.1.1 [53] alkalmazása. Más szabvány – például az MSZ EN 45510-6-4 szabvány [42] – is alkalmazható, ha igazolják, hogy annak követelményei egyenértékűek az elfogadott szabvány [53] előírásaival.

A tervezési specifikációnak tartalmaznia kell a szivattyúházra ható terheléseket. A szilárdsági számításoknak figyelembe kell venniük a belső nyomásból és a csatlakozó csővezetékéből átadódó terhelések kombinációját az NB-; NC-; ND-3415 alfejezetei szerint.

A szivattyúk szilárdsági számításaira az NB-; NC; ND-3400 alfejezetének követelményei vonatkoznak.

Olyan dokumentáció szükséges, amely alapján a szilárdsági számítás megfelelése ellenőrizhető, az inputadatok és az eredmények mellett a számítás folyamata is követhető. A többletkövetelmények alapján elvégzendő szilárdsági számítások mellett igazolni kell a (földrengés) környezetállósági minősítéseket is. Ehhez a dokumentációnak a nyomástartó részokról megfelelő anyagspecifikációt, tételjegyzéket és rajzokat kell tartalmaznia.

7.10.2. Szerelvények

A szerelvényeket nem egy meghatározott felhasználási helyre tervezik, hanem előre megtervezett terméksorozatokból választják ki. A tervezési specifikáció meghatározza a kiválasztás szempontjait, és az osztályba sorolással kapcsolatos többletkövetelmények teljesítésének módját.

A kiválasztás szempontjainak meghatározásánál az alábbi előírásokat veszik figyelembe:

- a) az N3a.41 útmutató [41] 3.2.1 és 3.2.2. pontjaiban foglaltak,
- b) az MSZ EN 45510-7-2 szabványban [43] foglaltak.

A tervezési specifikáció tartalmazza a szelep besorolását a vonatkozó tervezési szabvány szerinti nyomás-hőmérséklet adatok alapján. A szelepek szilárdsági számításaira az NB-; NC-; ND-3500 alfejezetének követelményei vonatkoznak.

Olyan dokumentáció szükséges, amely alapján a szilárdsági számítás megfelelése ellenőrizhető, az inputadatok és az eredmények mellett a számítás folyamata is követhető. Ehhez a dokumentációnak a nyomástartó részokről megfelelő anyagspecifikációt, tételjegyzéket és rajzokat kell tartalmaznia.

7.10.3. Hőcserélők

A hőcserélők tervezési specifikációjában figyelembe veszik az N3a.41 útmutató [41] 3.2.4. pontjában foglaltakat.

7.10.4. Tárolótartályok

A tárolótartályok tervezési specifikációjában figyelembe veszik az N3a.41 útmutató [41] 3.2.6. pontjában foglaltakat.

7.10.5. Szűrők és ioncserélők

A szűrők és ioncserélők tervezési specifikációjában figyelembe veszik az N3a.41 útmutató [41] 3.2.5. pontjában foglaltakat.

7.11. Hatósági követelmények

A tervezési specifikáció tartalmazza az illetékes nukleáris hatóság által megfogalmazott, adott komponens konstrukciójára alkalmazott szabványok egyes előírásaitól eltérő, vagy azokat kiegészítő követelményeit.

Például meghivatkozandók az NBSZ 3a.4.8. alfejezete szerinti rendszerelemekre vonatkozó speciális tervezési követelmények adott komponensre vonatkozó pontjai.

7.12. Egyéb előírások, információk

A tervezési specifikáció az alábbi további előírásokat tartalmazza.

- a) A beépítési helyen joghatósággal bíró nukleáris hatóság megnevezése,
- b) Speciális kezelési, tárolási, szállítási előírások
- c) Speciális tisztasági követelmények

7.13. Az MSZ 27003 szabványsorozat sajátosságaiból eredő kiegészítő előírások

Az MSZ 27003 szabványsorozat [1] alkalmazása esetén a hazai, és beszállítói környezet adottságai szükségessé tehetik a konstrukció egyes elemeinek a szabványsorozat előírásaitól eltérő megvalósítását.

Ilyen esetekben a tervezési specifikáció meghatározza az elfogadható eltéréseket, illetve ezek hatásának kompenzálásához szükséges intézkedéseket.

Példák az ilyen kezelendő adottságokra:

- a) Az elfogadható, nem ASME Section II. [44] szerinti szerkezeti anyagok, lásd az 0. fejezet előírásait.
- b) A tervezési feszültségintenzitás, a megengedett feszültség, az alkalmazható kifáradási görbe meghatározásának módja.
- c) Szabványos termékek elfogadható mére szabványai. Ezek névleges adatai (pl. névleges nyomás) alkalmazhatók a termékek megfelelésének értékelésénél.

7.14. Szerkesztési szempontok

Törekedni kell a tervezési specifikáció áttekinthetőségének és egyértelműségének biztosítására. Az egymással összefüggő adatokat célszerű egy helyen összefoglalva táblázatosan megadni. Például ilyen adatok:

- a) Terhelés, terheléskombináció, terhelés időbeli tranziense
- b) A ciklikus terhelés ciklusszáma
- c) A terheléskombináció üzemi szintje
- d) Az üzemállapot fellépésekor várható környezeti paraméterek
- e) Az üzemállapot fellépésekor szükséges működések, ezek által kiváltott mechanikai mozgások

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

Egyes adatok meghatározásához gyakran végeznek számításokat (pl. a hidrosztatikus nyomás a komponens beépítési helyén). Esetenként elemzéssel, biztonsági megfontolásokkal kell levezetni egy besorolást, környezeti paramétert. Ezeket a megalapozó információkat nem célszerű a konkrét, konstrukcióban résztvevők által felhasznált adatoknál szerepeltetni, hanem mellékletben vagy más módon leválasztva kell dokumentálni.

Szem előtt kell tartani, hogy a tervezési specifikáció felülvizsgálatával más országból hívott független szakértőt bízhatnak meg, aki a helyileg közismert dokumentumokat, rövidítéseket nem ismeri. Ezért a közismert dokumentumokat (pl. EBJ) is meg kell hivatkozni, a rövidítéseket (pl. NBSZ) meg kell magyarázni.

7.15. A tervezési specifikáció tanúsítása

A tervezési specifikáció tanúsítására vonatkozó előírásokat az MSZ 27003-0 szabvány [9] NCA-3255 bekezdése tartalmazza.

A tervezési specifikációt egy vagy több, a Magyar Mérnöki Kamara névjegyzékében nyilvántartott, ASME BPVC szerinti nukleáris nyomástartó berendezésekre vonatkozó, aktív NSZ-5.2. minősítéssel rendelkező szakértő mérnök tanúsítja. Amennyiben a Class 1-ben, nem az MSZ szerint készül a tervezési specifikáció, abban az esetben aktív NSZ-5.1. minősítésű szakértőnek kell azt minősítenie.

A tanúsító igazolja, hogy a tervezési specifikáció korrekt és teljes, megfelel az MSZ 27003 szabvány NCA-3250 szakasza, és ezen útmutató követelményeinek.

A tanúsítónak nem kell függetlennek lennie a tervezési specifikáció készítőjétől.

A tanúsítás az MSZ 27003-1-8 szabvány [12] XXIII. mellékletének A-1 formalapja szerinti minta alapján megfogalmazott nyilatkozat aláírásával történik.

A szakértő mérnök tanúsítása az MSZ 27003 szabványsorozat [1] követelményeinek teljesülését biztosító információk korrektségének és teljességének igazolására szorítkozik. Azon többletinformációk helyességét, amelyeket a készítő egyéb megfontolásból – működés leírása, aktív elemek, hatósági követelmények – szerepeltet a tervezési specifikációban, a műszaki ellenőr igazolja. Ezért célszerű a szakértő mérnök és a műszaki ellenőr által igazolandó információkat külön főfejezetekben szerepeltetni.

8. A SZILÁRDSÁGI MEGFELELÉS IGAZOLÁSA

8.1. Általános elvek

8.1.1. A megfelelés kritériumai

A komponens szilárdsága az alább felsorolt feltételek teljesülése esetén felel meg.

- a) Az összes specifikált terheléskombinációra, a komponensrészekre meghatározandó feszültségkategóriákra a szabvány által előírt általános és speciális feszültségkorlátok, és halmozódó károsodási korlátok teljesülnek.
- b) A nyomásterhelés által meghatározott, szabványban előírt képletekkel számolandó minimális falvastagságok rendelkezésre állnak.
- c) A ridegtörés elleni védetség az alkalmazandó szabvány által előírt kritériumok alapján igazolt.
- d) A szabvány általános tervezési szabályai (plattírozás figyelembevétele, korrózió, külső nyomásra való megfelelés) teljesülnek.

Az a) pont szerinti kritérium teljesülését több terhelésfajtából álló terheléskombináció és/vagy bonyolult geometriai kialakítás esetén analízissel, vagyis a feszültség számításával igazolják.

Egyszerű terhelés (pl. csak nyomásterhelés van specifikálva) és egyszerű geometriai kialakítás esetén a feszültségkritérium teljesíthető tervezési szabályok és szabványos elemek alkalmazásával is. Ilyen megoldások a szükséges falvastagság, kivágásmegegerősítési keresztmetszet biztosítása, szabványos karima alkalmazása.

Az analízist akkor alkalmazzák, ha ezt a szabvány kifejezetten előírja, vagy a specifikált terhelésekre való megfelelés igazolására nincs más elfogadható mód.

Az analízis alkalmazásakor kiszámítják a szabvány vonatkozó alfejezetében meghatározott feszültségkategóriákat, és összehasonlítják a szabvány által meghatározott határértékekkel. Class 1 besorolású tartályok és nagyméretű szivattyúk esetén az analízist az NB-3200 előírásai figyelembevételével végzik.

A tervezési feszültségintenzitást, illetve megengedett feszültséget az 5.3 pont szerint határozzák meg.

8.1.2. Plattírozás figyelembevétele

Az MSZ 27003-1-1 szabvány [13] NB-3122 bekezdése szerint veszik a plattírozást figyelembe.

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

A tervezési terhelésekre való megfelelés igazolásánál a plattírozást figyelmen kívül hagyják.

Az elsődleges plusz másodlagos feszültségintenzitás-korlát és a fáradásra való megfelelés igazolásánál a plattírozást figyelembe veszik. Mind az alapanyagban, mind az alapanyagra felhegesztett plattírozott réteg anyagában teljesülnie kell az elsődleges plusz másodlagos feszültségintenzitásra, illetve kifáradásra specifikált korlátoknak.

8.1.3. Nem az MSZ 27003 szabványsorozathoz tartozó szabvány alkalmazása

Ha a tervezési specifikáció szerint nem az MSZ 27003 szabványsorozathoz [1] tartozó szabványt is alkalmaznak, akkor a szilárdsági számítás a tervezési specifikáció szerinti kiegészítő előírások és alábbi berendezéstípus-specifikus előírások szerinti elvek alapján végzendő el.

8.1.4. A kód által nem szabályozott részletek kezelése

Az NC(ND)-1100(c) bekezdés szerint a vizsgált komponensek konstrukciójának nem minden részletére tartalmaz a kód előírást. A kódban nem szabályozott részletek kezelésére a tervező olyan szabályokat határoz meg, amelyek a kód előírásaival összhangban vannak. A hiányzó szabályok beazonosításánál az alábbiak veendőek figyelembe.

8.1.4.1. Azonos eredetű tervezési szabályok alkalmazása

Az MSZ 27003-1-2 [14] és az MSZ 27003-1-3 [15] alfejezetei, valamint az adott berendezésfajtára vonatkozó, az Amerikai Egyesült Államok által kiadott ipari szabványok között jelentős átfedés mutatható ki. Az átfedések annak tulajdoníthatók, hogy az MSZ 27003 szabvány [1] alapját képező ASME BPVC III kidolgozásánál, különösen a Class 2 és Class 3 komponensek esetén, meghatározott ipari szabványokat vettek alapul, amelyeket a nukleáris követelményeknek megfelelően módosítottak. Az egyes komponensfajták esetén megfeleltethető szabványokat a [9. táblázat](#) sorolja fel.

9. táblázat: Az MSZ 27003-1-2 és MSZ 27003-1-3 szabványok alfejezeteinek megfeleltethető szabványok.

| | |
|--|------------------------------|
| MSZ 27003-1-2 [14] és MSZ 27003-1-3 [15] szabvány alfejezete | Megfeleltethető USA-szabvány |
| NC(ND)-3300, tartályok | ASME BPVC, VIII [16] |
| NC(ND)-3400, szivattyúk | -- |
| NC(ND)-3500, szelepek | ASME B16.34 [17] |
| NC(ND)-3600, csővezetékek | ASME B31.1 [18] |

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

| | |
|--|------------------------------|
| MSZ 27003-1-2 [14] és MSZ 27003-1-3 [15] szabvány alfejezete | Megfeleltethető USA-szabvány |
| NC(ND)-3800, atmoszferikus tartályok | API 650 [19] |
| NC(ND)-3900, kisnyomású tartályok | API 620 [20] |

A megfeleltetett szabványok nem tartalmazzák az A, B, C, D üzemi határértékeket, általában csak tervezési terhekre adnak kritériumokat. Feszültségre vonatkozó kritériumot nem tartalmaznak, kivéve speciális esetekben. A megengedett feszültséget beazonosítják, de ezt tervezési szabályok (pl. szükséges minimális falvastagság) képleteiben használják fel. Ezzel szemben az MSZ 27003 szabványsorozatba [1] foglalt tervezési szabályokat részletesebben tartalmazzák, és olyan problémákra is tartalmaznak szabályt, amelyeket az MSZ 27003 sorozat nem kezel. Ha az MSZ 27003 szabvány nem tartalmaz megfelelő vagy egyértelmű szabályt, akkor a [9. táblázatban](#) felsorolt megfeleltetett szabványban fellelhető szabály alkalmazása elfogadott.

8.1.4.2. Más nukleáris szabványokban lévő tervezési szabályok alkalmazása

A PNAE G-7-002-86 [3] és a KTA-3211-2 [21] szabványok számos tervezési szabályt tartalmaznak, amelyek alkalmazhatók a Class 2, Class 3 komponensek szilárdsági megfelelőségének igazolásánál.

A szabványok (szabályzatok) kiválasztásánál lényeges, hogy az adott szabályzat (szabvány) a kibocsátó ország nemzeti előírásaként hatályos előírás legyen. Az alkalmazni kívánt szabványokat pontosan azonosítani kell: így különösen a kiadás évének megjelölésével, valamint megalapozó dokumentációval értékelni kell alkalmazhatóságukat, pontosságukat és elégségességüket, továbbá, ha szükséges, kiegészíteni vagy módosítani kell azokat az NBSZ 9.3.1.1600 előírásaival összhangban. Meg kell jelölni a kiegészítésként alkalmazott szabványokat, előírásokat, kiadásuk évét, valamint pontosítani kell az alkalmazási területeket és feltételeket. Biztosítani kell az alkalmazott szabványok koherenciáját az egész terven belül, de különösen az azonos rendszerelemre vagy azonos tevékenységre vonatkozó szabványok keveredésének elkerülése érdekében.

8.1.5. A tervezési nyomásra való megfelelés igazolása próbával

Ha a Class 2, vagy Class 3 komponens kialakítása olyan, hogy a szilárdsága számítási módszerrel nem határozható meg megfelelő pontossággal, akkor az NC(ND)-6900 alfejezetben leírt próbák egyikének alkalmazásával is igazolható a tervezési nyomásra való megfelelés.

8.2. Class 1 besorolású komponensek

Az egyes komponenstípusok megfelelőségének igazolásához alkalmazandó előírásokat a [10. táblázat](#) foglalja össze.

10. táblázat: A megfelelőségigazolás követelményeinek áttekintése

| Komponenstípus | Komponens altípusa | Tervezési szabvány-alternatívák | Igazolandó követelmények | | |
|----------------|---|---------------------------------|--------------------------|-----------------------|---|
| | | | Általános követelmények | Tervezés analízissel | Berendezés-specifikus követelmények ¹⁾ |
| Tartály | -- | - | NB-3100 | NB-3200 | NB-3300 |
| Szivattyú | Nagyméretű szivattyú ⁴⁾ | - | NB-3100 | NB-3200 ²⁾ | NB-3400 ³⁾ |
| | Kisméretű szivattyú ⁵⁾ | - | NB-3100 ²⁾ | -- | NB-3400 |
| Szelep | Nagyméretű szelep ⁴⁾ | Szokásos | -- | -- | NB-3512.1 |
| | | Alternatív | -- | -- | NB-3512.2 szerint felsorolt eljárások egyike |
| | Kisméretű szelep ⁵⁾ | Szokásos | NB-3100 | | NB-3513.1 |
| | | Alternatív | NB-3100 | | NB-3512.2 szerint felsorolt eljárások egyike |
| | Kisméretű biztonsági szelep ⁶⁾ folyadékhoz | - | NB-3100 | | NB-3591.3 meghatározás a szerint. |
| | Biztonsági és biztonsági lefúvató szelep | - | NB-3100 | | NB-3590 |
| Csővezeték | | - | NB-3100 | | NB-3600 |

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

Megjegyzések:

- 1) Ha az általános és berendezésspecifikus követelmények között ellentmondás van, akkor a berendezésspecifikus előírások a mértékadók.
- 2) Igazolásra elfogadott alternatív módszer: Appendix II. szerint.
- 3) Szabványban említett kiegészítő előírás: NB-3211(d).
- 4) Belépő csonk mérete DN100-nál nagyobb.
- 5) Belépő csonk mérete DN100 vagy kisebb.
- 6) Belépő csonk mérete DN50-es vagy kisebb.

A táblázat szerint csak tartálynál és nagyméretű szivattyúnál van előírva az NB-3200 szerinti analízis. Nagyméretű szelep esetén egyszerűsített feszültségintenzitás és fáradás számítását írja elő a szabvány.

8.2.1. Tartályok

Az NB-3311 bekezdés szerint a tartály akkor felel meg, ha az NB-3100 szerinti általános tervezési szabályok teljesülése mellett az NB-3200 szerinti analízis követelményei, és a tartályokra vonatkozó NB-3300 szerinti speciális követelmények teljesülnek.

Az NB-3200 szerinti analízis keretében igazolják az NB-3221 bekezdés szerint a tervezési terhekre, az NB-3222 - NB-3225 bekezdések szerint az üzemi terhekre, az NB-3226 szerint a próbaterhekre, és az NB-3227 szerint a speciális terhekre való megfelelést.

Ha az NB-3200 és az NB-3300 között ellentmondás van, az NB-3300 előírásai a mértékadók.

Az NB-3300 szerinti, NB-3200 alfejezetben nem kezelt, vagy attól eltérő előírások közül a fontosabbak:

- a) A falvastagságok meglétének NB-3324 szerinti kötelező ellenőrzése,
- b) A kivágások megerősítésének NB-3330 szerinti ellenőrzése, az NB-3200 szerinti egyes kritériumok vizsgálatának elhagyhatósága,
- c) A hegesztési varratokra vonatkozó NB-3350 szerinti követelmények teljesülésének ellenőrzése,
- d) Falvastagság-változásnál alkalmazandó átmeneti rész NB-3361 szerinti kialakítása, a feszültséganalízis elvégzése akkor is szükséges, ha az átmeneti rész megfelel az előírásnak,
- e) Alátámasztó szerkezet által a nyomástartó részben keltett feszültséget az NB-3365 szerint figyelembe kell venni, a támasz megfelelőségét az MSZ 27003-1-5 szabvány szerint értékelni kell.

8.2.2. Szivattyúk

Az NB-3400 megkülönböztet kisméretű (belépő csonk névleges mérete DN100 vagy annál kisebb), és nagyméretű Class 1 szivattyúkat.

Az NB-3412.2 szerint a nagyméretű Class 1 szivattyúk akkor felelnek meg, ha az NB-3100 szerinti általános követelmények teljesülése mellett, az NB-3200 szerinti analízis igazolja a megfelelést, és az NB-3400 szerinti specifikusszivattyú-követelmények teljesülnek, valamint a ridegtörésre vonatkozó NB-3211(d) szerinti követelmények teljesülnek.

Az NB-3412.3 szerint a kisméretű Class 1 szivattyúk akkor felelnek meg, ha az NB-3100 szerinti általános tervezési követelmények teljesülése mellett az NB-3400 szerinti specifikus előírások is teljesülnek.

A kivágások, hegesztési varratok, karimás kötések értékelésére az NB-3300 vonatkozó szakaszait veszik figyelembe.

A szabvány a [11. táblázatban](#) felsorolt típusú szivattyúkra tartalmaz előírást.

11. táblázat: Szivattyútípusok jelölése

| Típus-jel | Szivattyútípus jellemzői |
|-----------|---|
| A | Normál (nem osztott) csigaház, egyoldali szívás, radiálisan osztott ház |
| B | Egy csigaház, kétoldali szívás, radiálisan osztott ház |
| C | Dupla (osztott) csigaház, egyoldali szívás, radiálisan osztott ház |
| D | Dupla (osztott) csigaház, kétoldali szívás, radiálisan osztott ház |
| E | Csigaházszerű ház, a házzal egybeépített terelőlapátok, radiálisan osztott ház |
| F | Tengelyszimmetrikus ház, tangenciális vagy radiális kilépőcsonk, radiálisan osztott ház |

8.2.3. Szelepek

Az NB-3500 megkülönböztet kisméretű (DN100 vagy annál kisebb névleges méretű), és nagyméretű Class 1 szelepeket.

A szabvány mindkét szelepméret-kategóriára standard és alternatív megfelelési kritériumokat tartalmaz.

A többi berendezéstípustól eltérően az NB-3100, NB-3200, illetve NB-3300 előírásainak való megfelelés, illetve az azok kiegészítő előírásként való figyelembevételre szelepeknél nem feltétele a megfelelésnek.

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

Az MSZ 27003-1-1 szabvány alapvető kritériuma az ASME B16.34 szabványnak [17] való megfelelés, amihez az NB-3500 alfejezet kiegészítő előírásokat tartalmaz.

Az ASME B16.34 szabvány [17] a nyomás-hőmérséklet osztályba sorolás alapján határozza meg a szükséges szelepméreteket és -kialakítást adott üzemi nyomásra és hőmérsékletre.

Az NB-3500 fejezetben a kisméretű szelepek standard megfelelési kritériumai, néhány nem túl lényeges kiegészítéssel, gyakorlatilag az ASME B16.34 szabvány szerinti falvastagság előírásának való megfelelést írják elő.

A nagyméretű szelepek szokásos megfelelési kritériumai előírják:

- a) az ASME B16.34 szabvány szerinti falvastagság előírásnak való megfelelést;
- b) a szeleptestre az NB-3545 szerint számított elsődleges és másodlagos feszültségnek előírt határértékeknek való megfelelést;
- c) az NB-3550 szerint számítandó ciklikus igénybevétel előírt feltételnek való megfelelést.

A szabvány kifejezetten fent idézett paragrafusok alapján számított feszültségek értékelését írja elő, mivel a megadott képletekben lévő tényezők szelepspecifikus igénybevételeket is kezelnek (például csonkterhelések). A feszültségek más módon való számítására (például végeelemes modellezés) az NB-3512.2 albekezdés szerinti alternatív módszereknél van lehetőség, de csak nehezen teljesíthető kiegészítő intézkedések mellett.

8.2.4. Csővezetékek

A csővezeték akkor felel meg, ha az NB-3100 szerinti általános tervezési szabályok teljesülése mellett a csővezetéki elemek a tervezési nyomásra az NB-3640 szerint megfelelnek, és a specifikált terheléskombinációkra számított feszültségkategóriák kielégítik a szabvány által előírt határértékeket.

A csővezetéki elemek akkor felelnek meg a tervezési nyomásra, ha

- a) ASME B16.9 [48] szerinti szabványos, megfelelő nyomás-hőmérséklet besorolású elemek, vagy
- b) az NB-3640 vonatkozó előírásainak megfelelnek.

A csővezetéki elemek akkor is megfelelőnek tekinthetők a tervezési nyomásra, ha más, elfogadott atomerőművi szabvány szerint az elemek névleges nyomása a tervezési hőmérsékleten az alkalmazásukat megengedi.

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

A Class 1 csővezeték specifikált terheléskombinációkra való megfelelését az NB-3650, vagy az NB 3200 szerinti analízissel kell igazolni, kivéve az alábbi eseteket.

Class 1 besorolású csővezetékek megfelelősége igazolható az MSZ 27003-1-2 szabályai szerint, ha

- a) a csővezeték névleges mérete nem nagyobb, mint DN25, vagy
- b) ha kielégítik az NB-3630(d)(2) szerinti feltételeket.

Az NB-3630(d)(2) szerinti feltételeknek nagyobb átmérőjű, kisszámú terhelésváltozással üzemelő csővezetékek is megfelelhetnek.

A csővezeték tartóit az MSZ 27003-1-5 szabvány [11] szerint kell tervezni.

8.3. Class 2 és Class 3 besorolású komponensek

Az egyes komponenstípusok megfelelőségének igazolásához alkalmazandó előírásokat a [12. sz. táblázat](#) foglalja össze.

12. táblázat: Class 2 és Class 3 komponensek megfelelőségigazolása alapját képező követelményeinek áttekintése az MSZ 27003 szerint

| Komponenstípus | Komponens altípusa | Tervezésiszabály-alternatívák | Igazolandó követelmények | |
|--------------------------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------------|---|
| | | | Általános követelmények | Berendezés-specifikus követelmények ¹⁾ |
| Tartály | -- | -- | NC(ND)-3100 | NC(ND)-3300 |
| Szivattyú | Szokásos típusok | -- | NC(ND)-3100 | NC(ND)-3430 NC-3441 ³⁾ |
| | Speciális típusok | -- | NC(ND)-3100 | NC(ND)-3442 |
| Szelep | Szelep | Szokásos | -- | NC(ND)-3512 |
| | | Alternatív | -- | NC(ND)-3513 |
| | Biztonsági szelep | -- | NC(ND)-3100 | NC(ND)-3590 |
| Csővezeték | -- | -- | NC(ND)-3100 | NC(ND)-3600 |
| Atmoszferikus állóhengeres tartályok | -- | -- | NC(ND)-3100 | NC(ND)-3800 |

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

| Komponenstípus | Komponens altípusa | Tervezésiszabály-alternatívák | Igazolandó követelmények | |
|----------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------------|---|
| | | | Általános követelmények | Berendezés-specifikus követelmények ¹⁾ |
| Kisnyomású tartályok | -- | -- | NC(ND)-3100 | NC(ND)-3900 |

Megjegyzések:

1) Ha az általános és berendezésspecifikus követelmények között ellentmondás van, akkor a berendezésspecifikus előírások a mértékadók.

8.3.1. Tartályok

Az NC(ND)-3321 bekezdés tartalmazza a tervezési és üzemi terhelésekre való megfelelés kritériumait képező feszültségkorlátokat. A kritériumokban nyomás és mechanikai terhelések által keltett feszültségekből képzett feszültségkategóriák szerepelnek.

8.3.1.1. A nyomásterhelésre való megfelelés igazolása

Az NC(ND)-3324 bekezdés képleteket közöl a szabályos alakú (henger, gömb ellipszoid, tóruszgömb, tóruszkúp, kúp) héjak nyomásra való megfelelését biztosító minimális falvastagságának meghatározására.

Az NC-3324.1 szerint, ha nyomáson kívül más terhelések is specifikálva vannak, akkor az ezekre való megfelelést is igazolni kell. Ebből következik, hogy ha a tartály vizsgált részére nincs más teher meghatározva, akkor az elem további vizsgálata nem szükséges, tehát nem kell a feszültségkorlátok teljesülését igazolni.

Az NC-3325 bekezdés a sík fenekek és fedelek minimális falvastagságának, az NC-3326 bekezdés a karimás gömbfenék szükséges méreteinek meghatározására tartalmaz képleteket. Értelmszerűen ezeknél az elemeknél sem szükséges további vizsgálat, ha csak nyomásterhelés van specifikálva.

Az NC-3324.14 szerint, ha a csonk héjba való csatlakozásánál a kivágás megerősítésére a szabványban meghatározott keresztmetszet rendelkezésre áll, akkor a nyomás által keltett feszültségek az előírt határértékeknek megfelelőnek tekinthetők.

Az NC-3362 bekezdés felsorolja azokat az amerikai méretszabványokat, amelyek szerinti, tervezési nyomásnak és hőmérsékletnek megfelelő nyomás-hőmérséklet besorolású karimás kötések alkalmazása esetén a karimás kötés megfelel a nyomásterhelésre. A karimás kötés nyomásra való

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

megfelelése egyéb elfogadott nukleáris vagy ipari szabvány szerinti karimák esetén elfogadható, ha azok névleges nyomása, és megengedett hőmérséklete a tartály tervezési adatainak megfelel.

Ha az eltérő falvastagságú részek közötti átmeneti rész megfelel az NC-3361 bekezdés előírásainak, akkor az átmeneti rész lokális feszültségekre való megfelelése elfogadhatónak tekinthető.

Olyan, a héjban lokális feszültséget keltő csatlakozó elem (például tartószerkezet), amelynek kialakítására, elhelyezésére az elfogadott nukleáris vagy ipari szabvány tervezési szabályt közöl, és a csatlakozó elem ennek megfelel, a lokális feszültségekre való megfelelés elfogadhatónak tekinthető. Az MSZ EN 13445-3 szabvány [22] számos elemfajta tartalmaz alkalmazható szabályt.

A fenti bekezdésekben felsoroltaktól eltérő komponenselemek esetén az NC-3321-1 táblázat szerinti feszültségkategóriákat számítással meghatározzák, és feszültségkorlátokkal való összevetéssel igazolják a megfelelésüket.

8.3.1.1.1. *Hegesztésivarrat-tényező alkalmazása*

A héjelemek nyomásra való megfelelésére szolgáló NC-3324 szerinti, és az ND-3324 szerinti megfelelő képletek abban térnek el egymástól, hogy az ND-3324 képleteiben a megengedett feszültég meg van szorozva az „E” hegesztésivarrat-tényezővel, amelynek értéke ≤ 1 . Az „E” tényező a varrat alkalmazott hegesztési eljárás, és varratvizsgálati terjedelem következtében feltételezhető potenciális szilárdság csökkenését kezeli.

Az NC-3352 bekezdésben a hegesztési varratokra előírt követelmények biztosítják, hogy a varrat szilárdsága ne legyen kisebb az alapanyagénál, ezért az „E” tényező szerepeltetése felesleges. Az ND-3352 a varratokra alacsonyabb követelményeket ír elő, ezért a potenciális szilárdságcsökkenést kezelni kell. Az ND-3352 meghatározza az egyes varratfajták, illetve vizsgálati terjedelmek esetén figyelembe veendő „E” értéket.

A Class 2 komponens gyártásánál az NC-3352 előírásait kell alkalmazni. Más esetekben a Class 2 komponens nyomásra való megfelelés vizsgálatánál alkalmazni kell a hegesztésivarrat-tényezőt, aminek értékét az ND-3352, vagy a komponens tervezésére elfogadott más szabvány alapján kell meghatározni.

8.3.1.2. A mechanikai terhelésre való megfelelés igazolása

8.3.1.2.1. Az önsúly figyelembevétele

Az önsúly a komponens minden elemében feszültséget kelt, de ez a legtöbb elemnél elhanyagolható. Például egy domborított fedélben a fedél saját súlya minimális feszültséget kelt, ezért nem szükséges figyelembe venni.

Az NC-3300 szerint tervezendő tartályok és az NC-3800, illetve NC-3900 szerint tervezendő atmoszferikus és kisnyomású tartályok között szilárdsági szempontból az az eltérés, hogy az általában nagy méretű kisnyomású tartályoknál a nem jelentős nyomásból eredő terhelés mellett a szerkezet önsúlyából eredő igénybevétel meghatározóvá válik, amit speciális módszerekkel kell figyelembe venni. Az NC-3300 szerinti tartályoknál a nyomás a meghatározó terhelés.

Fekvő hengeres tartályoknál vagy fekvő hőcserélőknél a támaszok közötti, illetve a szélső támaszon túlnyúló tartályrész kelthet számottevő hosszirányú feszültséget, de ez a belső nyomás által keltett hosszirányú feszültséghez hozzáadódva is többnyire kisebb, mint a nyomás által keltett tangenciális feszültség. Mindemellett ilyen esetben, ha nem végeselemes modellezést alkalmaznak, képlettel célszerű a kritikus keresztmetszetekben meghatározni az önsúlyból eredő feszültséget.

Az önsúlyt tartószerkezet méretezésénél veszik figyelembe.

A tartószerkezet által a nyomástartó héjra kifejtett reakcióerő és nyomaték hatását értékelni kell. Ez történhet a tartó héjhoz való csatlakozásának szabványos kialakításával, vagy a lokális feszültség számításával. A különféle tartótípusok kialakítására, a számítás elhagyhatóságának feltételeire, illetve a számításhoz elfogadható módszereket tartalmaznak az MSZ EN 13445-3 [22] szabvány 16.8 - 16.13 pontjai.

8.3.1.2.2. A csatlakozó csővezetékek által átadott erők

A csatlakozó csővezetékek által a csonknak átadott terhelések hatását a köpeny-csonkátmenet (pontosabban a számított megerősítési tartomány) értékelésénél veszik figyelembe.

Nem célszerű az a megközelítés, amely szerint a megtervezett csővezeték által átadott terhelésekre ellenőrzik a kész tartály csonkjait; célszerűbb a tartály tervezőjének megadni a csonk terhelhetőségét (kapacitását), amire a csővezeték ellenőrzik. A csővezeték tartózásának, vagy nyomvonalának módosítása egyszerűbb az engedélyezett tartály módosításánál. A csonk kapacitásának meghatározására a szakirodalomban számos módszer található, ezek közül elfogadható például az MSZ EN 13445-3 szabvány [22] 16.4, és 16.5 pontja, és a WRC Bulletin No. 107 [23] szerinti módszer.

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

Ha meglévő csonk adott csőterhelésekre való megfelelésének ellenőrzése a feladat, az NC-3324.14(b) erre könnyen alkalmazható megoldást kínál.

A csonkterheléseket esetenként a tartó méretezésénél figyelembe kell venni. Például kis átmérőjű hőcserélőkhöz nagy átmérőjű csővezetékek csatlakozhatnak, amelyek által keltett erők a hőcserélőt eltolhatják a helyéről, ha a tartószerkezet nem megfelelően van kialakítva.

8.3.1.2.3. Földrengés által keltett terhelések

A földrengésből adódó erőket a vonatkozó válaszspektrum alapján meghatározott gyorsulás és a komponens, komponensrészek tömegének összeszorzásával számítják, tehát a földrengési terhelés a gravitáció, illetve önsúly hatásával rokon.

A nyomáshatároló héj anyagában ugyanazon fentebb ismertetett megfontolások alapján nem számítják a földrengés hatására ébredő feszültséget, mint az önsúly hatására ébredőt. A földrengés hatására nagyobb feszültség ébred a héjban, mint az önsúly hatására, de a földrengés magasabb terhelési szintbe sorolása (biztonsági földrengés esetén D) miatt a megengedett feszültség is magasabbra adódik.

A földrengés által okozott terhekre a tartók szilárdságát ellenőrzik. A tartóknak és lehorgonyzásuknak meg kell felelniük a vízszintes terhelésekre, és a tartó felbillenését is meg kell akadályozniuk.

A csonkokat ellenőrzik a földrengés hatására megnövekedett, csővezetékek által átadott terhelésekre.

Magas állóhengeres tartályok felső része a földrengés hatására számottevő mértékben kilenghet, ami a felső részbe csatlakozó csővezetékeknek jelentős terhelést adhat át. Ha a csővezeték nem megfelelő rugalmassággal van kialakítva, akkor a cső, illetve csonk leszakadhat. Ennek lehetőségét megfelelő tervezéssel ki kell küszöbölni.

Nagyméretű, folyadékot tároló tartályban a folyadék a földrengés hatására lengéseket végezhet, amelynek saját frekvenciája eltér a tartályétól. Ha a lengés frekvenciájához a válaszspektrumon nagy gyorsulásérték tartozik, akkor számottevő erők hathatnak a komponens elemeire. A folyadéklengés hatásának figyelembevételére a szakirodalom számos módszert tartalmaz. Elfogadható módszer például az MSZ EN 1998-4 [24] szabvány A mellékletében közölt eljárás.

8.3.1.3. Alternatív tartálytervezés

Az NC-3200 alfejezet alternatív tartálytervezési szabályokat tartalmaz, amely lehetővé teszi a megfelelés feszültségintenzitás-kritériumok alapján

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

történő értékelését olyan esetekben, amikor a konstrukció többi eleme (szerkezeti anyag, gyártás-szerelés, vizsgálat, próba) az MSZ 27003-1-2 szabályai alapján valósul meg. A konstrukció többi elemére az NC-3211(d) albekezdés néhány korlátozást ír elő.

Az alternatív tartálytervezés alkalmazása megengedett.

8.3.2. Szivattyúk

3a.4.8.2700. „Axiálisan osztott szivattyúházak nem alkalmazhatók biztonsági rendszerekben.”

Az NC(ND)-3412 bekezdés szerint a Class 2 és Class 3 szivattyúk akkor tekinthetők megfelelőnek, ha az NC(ND)-3100 szerinti általános tervezési követelményeknek, és az NC(ND)-3400 előírásainak megfelelnek.

Az NC(ND)-3400 előírásai három csoportba sorolhatók: a minden szivattyúra érvényes általános előírások (NC(ND)-3410), a kifejezetten centrifugál szivattyúkra érvényes általános előírások (NC(ND)-3430), és az egyes centrifugál szivattyútípusokra érvényes speciális előírások (NC(ND)-3440). Ezen kívül az NC(ND)-3450 a térfogat-kiszorítású szivattyúkra tartalmaz előírásokat.

8.3.2.1. Karimás csatlakozások

A szivattyúk általában a szivattyúházzal egybeöntött karimás kötéssel csatlakoznak a belépő és kilépő csővezetékhez. A karima névleges nyomása nem lehet 16 bar-nál kisebb.

Az NC-3432.1 szerint a karima nyomásterhelésre megfelel, ha a méretei megfelelnek az olyan szabványos karima méreteinek, amelynek típusa azonos a szivattyú karimáéval, és nyomás-hőmérséklet besorolása alapján a szivattyú tervezési nyomása megengedett.

Az NC-3432.2 szerint a karima a csőterhelésekre megfelel, ha az NC-3658.2 vagy az NC-3658.3 követelményei teljesülnek. Eszerint szabványos karima alkalmazása esetén a feszültség számítások helyett a megengedett nyomatékok számításával meghatározható a karima terhelhetőségi kapacitása mind állandó, mind dinamikus terhelésekre. Ezzel áthidalható az iparszivattyú-gyártóknál visszatérő probléma, hogy nem tudják megadni a karima terhelhetőségét, vagy ha megadják, nem igazolják, hogy milyen módon határozták azt meg.

8.3.2.2. Üzemi terhelésekre megengedett nyomás

Az NC-3416-1 táblázat a megengedett feszültség határok megadása mellett a megengedett nyomást is behatárolja A, B, C és D szintű üzemi terhelések esetén. E korlátokat a túlnyomásvédelem kialakításakor figyelembe kell

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

venni. A tervezési nyomást esetenként célszerű az A szintű üzemi nyomásnál magasabbra választani, amivel biztosítható a többi üzemi szinten a korlát teljesülése.

8.3.3. Szelepek

Az NC-3412.4 szerint a tervezési és A szintű üzemi terhekre a szerelvény megfelel, ha az ASME 16.34-nek megfelel.

Az NC-3521(a) szerint a csatlakozó csővezetékek által átadott B, C, D szintű üzemi terhelésekre a szelepház megfelelőnek tekinthető, ha a csővezeték ugyanezen terhelésekre való megfelelése igazolt, és ha az NC-3521(a)(1)(2) szerinti keresztmetszeti tényezőre, és megengedett feszültségre vonatkozó feltétel teljesül.

Ez azt jelenti, hogy ha a csővezetékre vonatkozó számítás igazolja, hogy a cső megfelel a B vagy D szintű terhelésként figyelembe vett földrengésre, akkor ugyanerre a földrengésre a szelepház is megfelelőnek tekinthető, ha a két említett feltétel teljesül.

Ha a szelep hosszú kinyúló működtető elemmel van ellátva, akkor az NC-3521(c) szerint a kinyúló elemre ható, földrengésből eredő tehetetlenségi erő által keltett nyomatokra a kinyúló részt ellenőrizni kell. A számításhoz egyszerű képletek használhatók.

Az NC(ND)-3521(b) szerint B, C, D szintű nyomásterhelésre a szelepház számítás nélkül is megfelelőnek tekinthető, ha a nyomás nem nagyobb, mint az NC-3521-1. táblázatban megadott nyomáshatárok.

Az NC(ND)-3590 szakasz külön előírásokat tartalmaz rugós biztonsági szelepekre.

A normál szerelvényekre vonatkozó előírásokon kívül a belépő és kilépő csonkra, a záróelemre, a szeleptest kialakítására, a fedélre, a szeleptest-fedél csavarzatára, a rugóra, a szelepszárra, a rugóállító csavarra kiegészítő előírások szerepelnek a szakaszban.

A szelepházak szilárdságának ellenőrzésére felhasználható az MSZ EN 12516 szabványsorozat [33, 34] előírásai, ha nincsenek ellentmondásban az NC(ND)-3500 alfejezettel.

8.3.4. Csővezetékek

A csővezetéki elemek a tervezési nyomásterhelésre megfelelnek, ha az NC-3640 szerinti előírások szerint ez igazolt, vagy ha olyan szabványos elemek, amelyekre megadott névleges nyomás, illetve alkalmazhatósági hőmérséklet nagyobb a tervezési nyomásnál, illetve hőmérsékletnél.

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

A fix megfogásokkal határolt csővezeték akkor felel meg a specifikált terheléskombinációkra, ha a számított feszültségkategóriák kielégítik a szabvány által előírt határértékeket.

A csővezeték specifikált terheléskombinációkra való megfelelésének kritériumait az NC-3650 szakasz tartalmazza.

A csővezeték megfelelőségét minden esetben számítással kell igazolni az NC-3652 szerinti tervezési terhekre és az NC-3653.1 szerinti A, illetve B szintű állandó és eseti terhekre.

Az NC-3653.2 szerinti hőtágulási terhekre, az NC-3673.1 szerinti feltételek esetén, az ott meghatározott egyszerűbb eljárásokkal igazolható a megfelelés.

8.3.5. Atmoszferikus és kisnyomású tartályok

Az atmoszferikus tárolótartályok tervezésére az NC(ND)-3800, a kisnyomású (0-103 kPa) tárolótartályokéra az NC(ND)-3900 alfejezet nyújt útmutatásokat.

Az NC(ND)-3800 alfejezet alkalmazási területe:

Álló hengeres, sík fenekű, föld feletti, légköri nyomású, hegesztett tartályok. Tárolt közeg lehet folyadék pl. pótvíz, kondenzátum, bórtartalmú közeg, radioaktív hulladék. Általában épületszerkezeten belül helyezik el, vagy a szabadban.

Az NC(ND)-3900 alfejezet alkalmazási területe:

Föld feletti, 0-103 kPa (1,03 bar túlnyomás) nyomású, hegesztett tartályok. Tárolt közeg lehet folyadék vagy gáz, pl. pótvíz, kondenzátum, bórtartalmú közeg, radioaktív hulladék. Általában épületszerkezeten belül helyezik el.

Az atmoszferikus és kisnyomású tartálynál a szerkezet önsúlya számottevő terhelés. A nyomás húzó, az önsúly jellemzően nyomó igénybevételt kelt, a kihajlási, horpadási meghibásodás reális lehetőség. Ezért az NC(ND)-3800 és az NC(ND)-3900 szerinti speciális szabályok alkalmazása kötelező, ezek nem helyettesíthetők az NC(ND)-3300 szerinti, nagyobb nyomású tartályokra vonatkozó szabályokkal. Egyes elemekre (például csonkok, kivágások) az NC(ND)-3800 és az NC(ND)-3900 az NC(ND)-3300 vonatkozó előírásait hivatkozva meg, ilyen esetekben ezek veendő figyelembe.

Az NC(ND)-3922 bekezdés határozza meg a húzó és nyomó feszültségek különböző kombinációjára megengedett feszültséget. Az így meghatározott feszültség sok esetben számottevő mértékben kisebb a többi komponensfajtánál alkalmazott megengedett feszültség (S) értékénél, ezért meghatározása és alkalmazása kötelező.

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

Az NC(ND)-3800 és az NC(ND)-3900 alfejezetek korlátozott terjedelme nem teszi lehetővé a tervezés minden részletének szabályozását.

Az NC(ND)-1100(c) bekezdés szerint az MSZ 27003-1-2(3) szabvány [14, 15] a vizsgált komponensek konstrukciójának nem minden részletére tartalmaz előírást. Ilyen esetben a szabványban nem szabályozott részletek kezelésére a tervezőnek olyan szabályokat kell beazonosítania, amelyek a szabvány előírásaival összhangban vannak. Az NC(ND)-3800 előírásaival az API 650 [19], az NC(ND)-3900 előírásaival az API 620 [20] szabvány van összhangban. Az MSZ-szabványokban megjelenő előírások jelentős része a megfeleltetett API-előírásokkal szó szerint azonos. Az API-előírások azonban sokkal részletesebbek, számos mellékletük lefedi a tárolótartály tervezése során felmerülő valamennyi lényeges probléma kezelését. Ezért az új atomerőműnél alkalmazott atmoszferikus és kisnyomású tartályok tervezésénél az említett API-szabványok alkalmazhatók az NC(ND)-3800 és az NC(ND)-3900 alfejezetekben nem szabályozott problémák megoldásához.

Más tárolótartályra vonatkozó szabvány alkalmazása esetén be kell mutatni, hogy az megfeleltethető az MSZ 27003 szabványsorozat [1] vonatkozó előírásainak.

8.4. **Komponenstartók**

A tartószerkezetek közvetlenül nem vesznek részt a nyomástartásban, tartó funkciójuk teljesülése mégis feltétele a nyomástartó elemek meghibásodásmentes üzemelésének. A nyomástartó elemek szilárdsági ellenőrzésénél feltételezik, hogy a tartószerkezetek teljesítik funkciójukat. Ezért fontos, hogy a tartóást épp úgy nukleáris szabvány szerinti követelményeknek megfelelően tervezzék, mint magukat a nyomáshatároló elemeket.

8.4.1. *A szilárdsági megfelelés ellenőrzése*

A komponenstartóknak meg kell felelniük az MSZ 27003-1-5 szabvány [11] követelményeinek.

A tartók megfelelőségének igazolására használt eljárás alapján a tartókat az NF-1210 szakasz a [13. táblázat](#) szerinti kategóriákba sorolja.

13. táblázat: A tartószerkezetek kategóriába sorolása

| Sor-szám | Tartótípus | Előírás a megfelelés igazolására | Alkalmazandó analízis jellege |
|----------|------------------|----------------------------------|---|
| 1 | Lemez-héj tartók | NF-3200 | Class 1: feszültségintenzitás-számítás, határértékek tervezési feszültségintenzitáson (S_m) alapulnak |
| | | | Class 2, 3: feszültség számítás, határértékek megengedett feszültségen (S) alapulnak |
| 2 | Lineáris tartók | NF-3300 | Class 1: feszültség számítás, határértékek a folyáshatáron (S_y) és szakítószilárdságon (S_u) alapulnak, NF-3322, NF-3324 Fáradásszámítás az NF-3330 szerint |
| | | | Class 2, 3: feszültség számítás, határértékek a folyáshatáron (S_y) és szakítószilárdságon (S_u) alapulnak, azonos a Class 1-el (NF-3322, NF-3324) |
| 3 | Típustartók | NF-3400 | Attól függően, hogy lemez-héj, vagy lineáris típustartóról van szó, az 1. vagy 2. sor szerinti eljárást alkalmazzák. |

A szabvány meghatározza az egyes tartótípusoknál alkalmazható hegesztésivarrat-típusokat. A megadott feszültség határok érvényességének feltétele a hegesztésre vonatkozó előírások teljesülése.

A csővezetéki tartók kialakítására, elrendezésére az NG-3600 alfejezet fontos előírásokat tartalmaz.

8.4.2. Katalógusokból választható tartók alkalmazása

A típustartókat nem egy meghatározott beépítési helyre tervezik, hanem előre megtervezett, katalógusban felsorolt gyártmány sorozatok, amelyek közül az adott beépítési helyen várható terhelések, és a típustartók terhelhetőségének figyelembevételével választják ki a megfelelő készüléket.

A tartók terhelhetőségének meghatározására és a terhelési kapacitás adatlapon való megjelentetésére az MSZ 27003-0 szabvány [9] NCA-3551.2 albekezdése tartalmaz előírásokat. Eszerint a tartók kapacitásának megadása mellett meg kell hivatkozni az ezeket megalapozó számításokat, próbákat, és

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

a Class 1 berendezések, valamint az NC-3200 szerint tervezett tartályok tartóinak terheléskapacitás-adatlapját regisztrált független szakértőnek tanúsítania kell. A terhelhetőséget és az alkalmazhatósági üzemi hőmérsékletet, a tervezési, az A, B, C, D szintű, és a próbaterhelésekre, megadják azokra az irányokra (x, y, z), amelyekben a tartóra a funkciója ellátása közben erő hathat.

Formailag a terheléskapacitás-adatlapok a katalógusban is megjelenhetnek.

A tartók terhelhetőségének megalapozására tervezési specifikáció és tervezési jelentés készül. A terheléskapacitás-adatlapon fel kell tüntetni a tervezési specifikáció és tervezési jelentés azonosítóját, és elérhetőségét.

Az NCA-3256 szerint a típusstartók tervezéséhez a tanúsítványtulajdonos a saját, NCA-3252 szerinti tartalmi követelményeket figyelembe vevő tervezési specifikációját veheti alapul.

A típusstartók megfelelőségét a tanúsítványtulajdonos az NCA-3551.3 albekezdésben ismertetett tanúsított tervezési jelentésben igazolhatja a saját tervezési specifikációja alapján.

A tartók kialakításának olyan részletkérdéseiben, amelyekben az MSZ 27003-1-5 [11] szabvány nem tartalmaz útmutatást, más elfogadott szabványok előírásai alkalmazhatók. Elfogadhatók például az MSZ EN 13480-3 szabvány [25] 13. pontja szerinti megoldások.

8.5. A földrengésre való megfelelés igazolásának egyes kérdései

A földrengési terhelésre való megfelelés igazolásánál a következő hatásokat kell figyelembe venni.

- a) A vizsgált komponensrész saját gyorsulásából eredő tehetetlenségi erő hatására ébredő feszültség a komponensrészben,
- b) A vizsgált komponensrészhez csatlakozó elemek által átadott erők, nyomatékok,
- c) A komponens támaszainak egymáshoz képesti elmozdulása hatására a komponensben ébredő feszültségek.

8.5.1. A saját gyorsulásból eredő igénybevétel

A földrengési igénybevételt többnyire a válaszspektrumból a számított sajátfrekvenciák alapján beazonosított gyorsulások és a tömeg szorzatával kapott erők okozzák. Gyakori hiba, hogy a földrengésre való megfelelés vizsgálatánál csak ezt a hatást veszik figyelembe.

A robosztus berendezések – például a jól lehorgonyzott vízszintes tengelyű szivattyúk, szerelvények – merev testeknek tekinthetők, ezért a 30 Hz-nél

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

nagyobb sajátfrekvencia-tartományban csak kis mértékben gyorsulnak, ami az amúgy vastag acélban elhanyagolható feszültséget kelt. Ilyen elemeknél ezt a hatást gyakran nem számolják.

A rugalmas komponenseknél viszont ez a hatás jelentős lehet, ezért számításukat elvégzik. Ilyen komponensek elsősorban a csővezetékek, amelyek saját frekvenciái a spektrumon nagy gyorsulásokat jelölnek ki, és az oldalirányban nem tartózkodó hosszú szakaszok miatt a lengő tömeg nagy lehet.

8.5.2. *A csatlakozó elemek hatása*

A komponensnek, illetve annak részének jelentős terhelést adhatnak át a következő példaként felsorolt komponensek, illetve komponensrészek:

- a) tartály- vagy szivattyúcsonkokhoz csatlakozó csővezetékek,
- b) a tartószerkezeten álló nagy tömegű tartály,
- c) szerelvényházhoz csatlakozó hosszú, kinyúló, számottevő tömegű működtető elem,
- d) szivattyúhoz csatlakozó, házhoz rögzített motor.

Ezekre a hatásokra a számításokat elvégzik.

8.5.3. *Támaszok egymáshoz képest való elmozdulása*

Ha a csővezeték különböző megfogásai olyan szerkezetekhez csatlakoznak, amelyek földrengéskor egymáshoz képest elmozdulnak, akkor a csővezetékben a deformálódás hatására számottevő feszültségek ébredhetnek, amelyeket számítják.

A támasz elmozdulásának speciális, gyakran előforduló esete a nagy átmérőjű csőhöz csatlakozó kis átmérőjű cső. Földrengés hatására egyes csővezetékszakaszok jelentős mértékben kilenghetnek. A csővezeték szilárdsági modellezésénél a modellnek többnyire nem részei a csőhöz csatlakozó kis átmérőjű leürítő, légtelenítő, mintavételi és műszer-csövek. Ezek a csövek a nagy tömegű főcső kilengését nem mindig tudják korlátozni, ezért leszakadhatnak, ha nem megfelelő rugalmassággal vannak kialakítva. Ezért a földrengésre való megfelelés igazolásához vagy ezeket a csöveket szerepeltetik a modellben, vagy külön vizsgálattal igazolják, hogy megfelelő kialakításúak.

Magas, nagy tömegű tartályok – például tárolótartályok – felső részéhez csatlakozó csövek a tartály kilengése következtében leszakadhatnak. A csőnek rugalmasságot biztosító felfüggesztés megfelelőségét vizsgálják.

8.6. A hegesztésre, gyártásra rendelkezésre álló információk figyelembevétele

A vizsgált komponenseket elsősorban a funkciójuk alapján sorolják be valamelyik kódosztályba. Mivel az új atomerőmű komponensei egy részét várhatóan nem az MSZ 27003 szabványsorozat előírásai szerint gyártják és szerelik, nem tételezhető fel automatikusan az MSZ 27003 szabvány gyártásra-szerelésre vonatkozó, kódosztálynak megfelelő minőségi előírásainak maradéktalan teljesülése. Egyik fontos minőségi követelmény a hegesztési varratok vizsgálatának terjedelme.

A komponens részeinek szükséges falvastagságát a kódosztálynak megfelelő képlettel számítják. A képlet esetenként (pl. Class 2 besorolásnál) nem veszi figyelembe a hegesztési jósági tényezőt, ami azon a feltételezésen alapul, hogy a varratokat 100%-ban megvizsgálták. A feltételezett 100%-nál alacsonyabb vizsgálati mennyiség esetében nem használható a besorolásnak megfelelő falvastagságképlet, helyette a Class 3-ra meghatározott képletet kell akkor is alkalmazni, ha egyébként Class 2 besorolású az elem.

A tartály különféle elemeinek (hengeres köpeny, domborított fenék, kúpos köpeny, stb.) szükséges falvastagság-számítására a szabvány számos képletet ad, ezek közül példaképpen a hengeres köpeny, kerületi feszültség által meghatározott falvastagságának képletét vizsgáljuk.

NC-3324.3 szerinti képlet:

$$t = \frac{P \cdot R}{S - 0,6 \cdot P}$$

ND-3324.3 szerinti képlet:

$$t = \frac{P \cdot R}{S \cdot E - 0,6 \cdot P}$$

Ahol:

P = tervezési nyomás

R = a henger belső sugara

S = maximálisan

megengedett feszültség

E = kötésjósági tényező,

értéke hegesztett kötésre

az ND-3352 szerint

Az ND-3352.1(b)(c) szerint, ha a varrat nincs 100%-os mértékben radiológiai módszerrel vizsgálva, akkor egyéb tényezőktől is függően E értéke 0,5-0,8 között veendő fel, és az ND-3324.3 szerinti képlet alkalmazandó.

8.7. A számítás dokumentálása

3a.2.3.0500. „A biztonság igazolására szolgáló elemzéseket oly módon és olyan mélységben kell dokumentálni, hogy azok az atomerőmű teljes élettartama során megismételhetők, független felülvizsgálatnak alávethetőek, és az átalakítások értékeléséhez szükséges terjedelemben módosíthatóak legyenek,

továbbá az alkalmazott konzervativizmusok mértéke és az elemzés alapján rendelkezésre álló tartalékok mértéke felülvizsgálható és újraértékelhető legyen.”

A számítás egyértelműen beazonosítja az elemzett komponenst, és az elemzés alapjául szolgáló tervezési specifikációt.

A számítás bemutatja, hogy a tervezési specifikációban megadott összes kiinduló adatot, anyag- és környezeti paramétereket, terheket és terheléskombinációkat a tervezési specifikációban előírt kritériumoknak megfelelően, a számításnál figyelembe vették.

Az elemzéseket oly módon és olyan mélységben dokumentálják, hogy azok az atomerőmű teljes élettartama során megismételhetők, független felülvizsgálatnak alávetethetők, és az átalakítások értékeléséhez szükséges terjedelemben módosíthatók legyenek, továbbá a számítás konzervativizmusa és az elemzésekkel kimutatott tartalékok mértéke felülvizsgálható és újraértékelhető legyen.

A dokumentum a számítás menetét olyan részletességgel tartalmazza, hogy abból a számítás módszerének megfelelőségét külső, független szakértők megítélhessék, és az eredményekből egyértelműen kiderüljön, hogy a komponenst érő hatásokból származó feszültségek a választott kód szerinti megengedett értékek alatt maradnak.

A számítás eredményeit egy külön fejezetben összefoglalják. Az összefoglaló fejezet tartalmazza a komponens megfelelőségének megítélését lehetővé tevő megállapításokat.

A szilárdsági számítás részletes hivatkozáslistát tartalmaz, amely a jelentésben megnevezett dokumentumok beazonosítását külső, független felülvizsgáló személy számára biztosítja.

8.8. A tervezési jelentés tanúsítása

A szilárdsági számítás tervezési jelentés formájában jelenik meg, amelynek tanúsítására vonatkozó előírásokat az MSZ 27003-0 szabvány [9] NCA-3555 bekezdése tartalmazza.

Valamennyi Class 1 és reaktor belső komponensére, tartóra vonatkozó tervezési jelentést tanúsítani kell. A Class 2 és Class 3 komponensekre, tartóra vonatkozó tervezési jelentések közül azokat kell tanúsítani, amelyekben B, C, vagy D szintű terheléseket figyelembe vettek.

A tervezési jelentést egy vagy több, a Magyar Mérnöki Kamara névjegyzékében nyilvántartott, ASME BPVC szerinti nukleáris nyomástartó berendezésekre vonatkozó, aktív NSZ-5.2. minősítéssel rendelkező szakértő mérnök tanúsítja.

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

A szakértő mérnök lehet a számítást végző szervezet munkatársa, vagy független szakértő, de nem lehet ugyanaz a személy, aki a tervezési specifikációt tanúsította.

A szakértő ellenőrzése az alábbiakra terjed ki:

- a) a számítás a tervezési specifikációnak megfelel,
- b) a komponens megfelelésének megállapításához szükséges valamennyi vizsgálandó hely ki lett jelölve,
- c) a számítás módszere a feladat korrekt megoldását adja,
- d) a számítás helyes és pontos,
- e) a kiszámított jellemzők az alkalmazott kód szerinti szilárdsági megfelelésértékelésére alkalmasak,
- f) a számítási dokumentáció teljes és kellően részletes.

9. KIFÁRADÁSRA VALÓ MEGFELELÉS IGAZOLÁSA

9.1. Kifáradásra való megfelelés igazolása az NB-3200 alfejezet szerint

A Class 1 besorolású tartályokat és a Class 1 besorolású nagy szivattyúkat az NB-3200 szerint ellenőrzik kifáradásra. Nagy szivattyúnak minősülnek a DN100-nál nagyobb belépő csonkú szivattyúk.

Azokra a Class 1 besorolású komponensekre, amelyekre a szabvány az NB-3200 alfejezet szerinti analízis alkalmazását írja elő, az alábbi előírásokat veszik figyelembe.

- a) A komponens, illetve komponensrész kifáradásra megfelelőnek tekinthető, ha a fárasztó igénybevétel nem számottevő. A nem számottevő igénybevétel kritériumait az MSZ 27003-1-1 szabvány [13] NB-3222.4(d) albekezdése tartalmazza. A kritériumok teljesülését a tervezési jelentésnek igazolnia kell.
- b) Ha az NB-3222.4(d) szerinti kritériumok teljesülése nem igazolt, akkor a fáradásra való megfelelésvizsgálatot nem csavaranyagokra az NB-3222.4(e) albekezdése alapján végzik.
- c) Csavarokra a fáradásra való megfelelésvizsgálatot az NB-3232.3 albekezdése alapján végzik.

9.1.1. A megfelelésigazolás lépései

A megfelelésigazolás lépéseit a [14. táblázat](#) sorolja fel.

14. táblázat: A kifáradásra való megfelelés igazolásának lépései

| Tevékenység | Jel | Megjegyzés |
|--|----------------------|--|
| Tervezési kifáradási diagram kiválasztása | $N=f(S_a)$ | A kifáradási diagram vagy grafikus alakban, táblázatosan, vagy képlettel határozza meg a megengedett feszültségamplitúdó (S_a) –ciklusszám (N) függvényt. A vizsgált szerkezeti anyagra szabványban megadott kifáradási diagramot választják. |
| Feszültségamplitúdó a vizsgált ciklusra | S_{alt} | A komponens vizsgált pontjára analízissel meghatározott feszültségamplitúdó. Meghatározására a 9.1.3 pont nyújt útmutatást. |
| A terhelések ciklusszáma | n | A tervezési specifikáció által meghatározott terhelési ciklusszámokból kiindulva analízissel meghatározott ciklusszámok. Meghatározására a 9.1.3 pont nyújt útmutatást. |
| Rugalmassági modulus arány | $E_{görbe}/E_{acél}$ | Lásd 1) sz. megjegyzést. |
| Elsődleges plusz másodlagos feszültségintenzitás-tényező | K_e | Ha a számított elsődleges + másodlagos feszültségintenzitás nagyobb, mint a $3 S_m$ korlát, akkor az NB-3228.5 albekezdés szerint meghatározott egynél nagyobb szám. |
| Fáradásizálárdság-csökkentő tényező | FSRF | A fáradást okozó terhelés azon tényezőit figyelembe vevő együttható, amelyeket az analízis alkalmazott módszere nem képes figyelembe venni. Meghatározására a 9.1.3 pont nyújt útmutatást. |
| Környezeti tényező | F_{en} | Elsősorban a vizsgált ponttal érintkező közeg kifáradásgyorsító hatását figyelembe vevő tényező. Meghatározására a 9.1.4 pont nyújt útmutatást. |
| A kifáradási diagramhoz alkalmazandó megengedett feszültségamplitúdó | S_a | $S_a = S_{alt} \cdot \frac{E_{görbe}}{E_{acél}} \cdot FSRF \cdot K_e$ |
| A vizsgált ciklus megengedett száma | N | $N=f(S_a)$ meghatározása a fáradási diagram alapján. |
| A kihasználtsági tényező a vizsgált ciklusra | U | $U = \frac{n}{N} \cdot F_{en}$ |

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

| Tevékenység | Jel | Megjegyzés |
|--------------------|-----|--|
| Kifáradási tényező | CUF | $CUF = \sum_1^n U_n$ ahol n = a vizsgált ciklusok sorszáma, n= 1, 2, 3,n |

Megjegyzések:

- 1) A választott tervezési kifáradási diagram meghatározott rugalmassági modulusú acélra vonatkozik. Ha a vizsgált acél rugalmassági modulusa a vizsgált hőmérsékleten ettől eltér, akkor elméletileg elő kellene állítani a vizsgált acélra vonatkozó egyedi görbét, figyelembe véve, hogy a megengedett feszültségamplitúdó közel arányos rugalmassági modulussal, tehát a választott diagram S_a értékeit $E_{acél}/E_{görbe}$ hányadossal meg kellene szorozni. A választott diagram egyszerűbb alkalmazhatósága érdekében a gyakorlatban nem az S_a -t szorozzák fel, hanem az S_{alt} értéket osztják el az $E_{acél}/E_{görbe}$ hányadossal, vagy szorozzák meg az $E_{görbe}/E_{acél}$ hányadossal.

9.1.2. A feszültségamplitúdó meghatározása

A feszültségamplitúdó a feszültségciklus alatt fellépő maximális és minimális feszültség különbségének a fele. A feszültségciklus nem értelmezhető úgy, hogy adott terhelési tranziens alatt fellépő maximális és minimális feszültség különbségének a fele. Egy tranziens alatt több feszültségciklus játszódhat le, illetve egy feszültségciklus több terhelési tranziensen is átívelhet. A különböző terhelési tranziensekből eredő feszültségek szuperpozícióját figyelembe kell venni a kifáradást okozó feszültségamplitúdók meghatározásánál. A szuperpozíció elve a következő egyszerű példával szemléltethető:

Egy háromszor előforduló terhelés hatására a feszültség 0 és 200 MPa között változik. Egy másik, ötször előforduló terhelés hatására a feszültség 0 és -100 MPa között változik. E feszültségekből az alábbi módon képzendők a ciklusszámok és feszültségamplitúdók:

Az egyes számú feszültségciklus ciklusszáma $n_1 = 3$, a maximális feszültség 200 MPa, a minimális -100 MPa. A feszültségamplitúdó $S_{alt1} = [200 - (-100)]/2 = 150$ MPa.

A kettes számú feszültségciklus ciklusszáma $n_2 = 2$, a maximális feszültség 0 MPa, a minimális -100 MPa. $S_{alt2} = [0 - (-100)]/2 = 50$ MPa.

A példából látható, hogy a kifáradási görbéhez alkalmazott ciklusszámok és feszültségamplitúdók elszakadnak a terhelési tranziensektől, ezért általában nem lehet megállapítani egy terhelési tranziensnek a CUF kifáradási tényezőhöz való hozzájárulását. A blokk élettartama alatt előfordulhat, hogy

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

a terhelési tranziensek száma eltér a tervezettől, ezért az eltérés CUF-értékre való kihatását értékelni kell. Annak elkerülésére, hogy ilyen esetben valamennyi érintett komponens kifáradásszámítását meg kelljen ismételni, a fáradásszámításokat, azok részeredményeit úgy kell dokumentálni, hogy az egyes terhelési tranziensek által keltett feszültségek visszakereshetők legyenek.

9.1.3. Fáradásiszilárdság-csökkentő tényező

Az FSRF összetevőinek meghatározására olyan dokumentált számítási módszerek alkalmazhatók, amelyek nem ellentétesek a komponensre vonatkozó MSZ 27003-1-1 szabvány szerinti korlátozásokkal.

Varratokra vonatkozóan az SCF számítása nélkül az FSRF-tényező meghatározható a WRCB-432 módszere szerint.

Csővezetési komponensek hegesztési varratainál, amelyek elemzése az NB-3650 szerint történik, a feszültségkoncentrációt a képletekben alkalmazott feszültségindexek figyelembe veszik. Ezért az FSRF külön alkalmazására nincs szükség.

9.1.4. A környezeti hatástényező meghatározása

Ha a szerkezeti anyag vizsgált pontja érintkezik a hőhordozó közeggel, akkor az NRC RG 1.207 [32] C. fejezetében megfogalmazott állásfoglalás szerint kell eljárni. A NUREG/CR-6909 [31] 4.2.13 pontja szénacélra, 5.2.14 pontja ausztenites acélra tartalmaz összefüggést az F_{en} környezeti tényező meghatározására. Az F_{en} alkalmazása esetén kevésbé konzervatív, [31] szerinti kifáradási görbe vehető figyelembe.

A vizsgált pontra az eredeti fáradásgörbe alapján számított CUF és a NUREG/CR-6909 által meghatározott módszerrel számolt CUF-értékek közül a nagyobbat fogadják el eredményként.

9.2. Kifáradásra való megfelelés igazolása nagy szelepek esetén

Az NB-3512 szerint nagy szelepnek minősülnek a DN100-nál nagyobb belépő csonkkal rendelkező szelepek.

A ciklikus igénybevételre való megfelelést az NB-3550 szakasz előírásai alapján igazolják.

Class 1 besorolású kis szelepeket és Class 2 és Class 3 besorolású szelepeket nem szükséges kifáradásra ellenőrizni.

10. A RIDEGTÖRÉSRE VALÓ MEGFELELÉS IGAZOLÁSA

3a.2.4.1000. „A reaktortartály ridegtöréssel szembeni integritását olyan módon kell biztosítani, hogy a tartály kritikus elemeiben a feszültségintenzitási

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

tényező sehol sem haladhatja meg a kialakult hőmérséklethez tartozó törési szívósságot - azaz a szerkezetben levő anyagfolytonossági hiányok nem terjedhetnek a TA1-4 és TAK1 üzemállapotot eredményező események során."

Az új atomerőmű reaktortartálya ridegtöréssel szembeni biztonságának értékelésére és a felügyeleti programjára külön útmutató kerül kiadásra.

3a.3.3.0500." Igazolni kell, hogy a B1 és B2 szintek szerinti fizikai gát funkciót teljesítő, ABOS 1. és 2. biztonsági osztályba sorolt rendszerelemek anyaga a terhelésnek megfelelő szívóssággal rendelkezik. Az anyagban - a TA1-4 és TAK1 üzemállapotokban - új repedések nem keletkezhetnek. Igazolni kell, hogy az anyagban már meglévő repedések az instabil repedésterjedéssel szemben megfelelő ellenállással rendelkeznek, ezáltal biztosított, hogy a betervezett rendszeres vizsgálatok a hibákat időben feltárják.

3a.3.3.0600. A nyomástartó berendezés és csővezeték tervezésekor figyelembe kell venni az anyagok fizikai, mechanikai tulajdonságainak neutronfluxus hatására történő megváltozását."

A vizsgált komponens kódosztályba sorolásának megfelelően a szerkezeti anyag ridegtörésre való megfelelése igazolásának két szintjét különböztetik meg.

A Class 2 és Class 3 komponenseknél általában az a követelmény, hogy a legkisebb üzemi hőmérsékletnél nem nagyobb hőmérsékleten az anyagra szabvány szerint mért ütőmunka, illetve oldalirányú expanzió a szabványban meghatározott értékeknél ne legyen kisebb. Egyes Class 1 komponenseknél (kisebb átmérőjű csövek, szerelvények, illetve csavarok) ugyanez a követelmény. Ha ez a követelmény teljesül, a továbbiakban nem vizsgálják a potenciálisan ridegtöréshez vezető igénybevételt.

A Class 1 tartályok, illetve nagyobb falvastagságú egyéb komponensek ridegtöréssel szembeni ellenállását külön útmutató határozza meg.

10.1. A ridegtörésre megfelelő anyagok

Class 2, Class 3 komponensek és tartóik anyaga ridegtörésre megfelel az alábbi esetekben.

- a) Ha teljesül az ütőmunka szükségletességének az NC-2311(a), az ND-2311(a), illetve az NF-2311(b) szerinti feltételeinek egyike.
- b) Ha a legkisebb üzemi hőmérsékletnél nem nagyobb hőmérsékletre az NC-2300, az ND-2300, illetve az NF-2300 táblázatában meghatározott ütőmunka, illetve oldalirányú expanzió értékeinek megléte dokumentált.

Class 1 komponensekhez és komponenstartókhoz felhasználható anyagok:

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

- a) Amelyekre teljesül az ütőmunka szükségtelenségének az NB-2311(a) szerinti feltételek egyike.
- b) Tartályanyagokra, és 64 mm-nél nagyobb falvastagságú csövek, szivattyúk, szerelvények anyagaira meghatározzák az RT_{NDT} értéket.
 - Tartályanyagokra az MSZ 27003-1-9 szabvány [26] G mellékletében leírt, vagy hasonló módszer szerinti vizsgálat eredménye alapján a specifikált üzemi és próbaállapotokra az anyag megfelelő.
 - 64 mm-nél nagyobb vastagságú cső, szivattyú és szelep anyagaira a legalacsonyabb üzemi hőmérséklet meghatározása, ami nem lehet kisebb, mint az $RT_{NDT} + 56^{\circ}\text{C}$.
- c) 64 mm-nél nem nagyobb vastagságú cső, szivattyú és szelep anyagaira az NB-2300 vonatkozó táblázata szerinti ütőmunka, illetve oldalirányú expanzió értékek megléte dokumentált.
- d) Csavaranyagokra az NB-2300 vonatkozó táblázata szerinti ütőmunka, illetve oldalirányú expanzió értékek megléte dokumentált.

10.2. Az anyag megfelelésének igazolása törésmechanikai elemzéssel

Az MSZ 21007-1-1 szabvány [13] NB-3211(d)(1) albekezdése szerint a ridegtörésre való megfelelés az MSZ 27003-1-9 szabvány [26] G mellékletében leírt, vagy hasonló módszer szerint igazolható. Mivel a szabvány nem köti meg az alkalmazandó módszert, az alábbiak a hasonlóknak tekintett eljárások közös vonásait tárgyalják.

A megfelelést a K_{IC} (törési szívósság, $\text{MPa}\cdot\text{m}^{0,5}$) és K_I (feszültségintenzitási tényező, $\text{MPa}\cdot\text{m}^{0,5}$) összehasonlításával állapítják meg. (Figyelem: a törésmechanikában használt feszültségintenzitási tényező nem azonos a feszültséganalízisben használt feszültségintenzitással). Ha a K_{IC} értéke nagyobb, mint a K_I szabvány és/vagy útmutató szerinti biztonsági és súlyozó tényezők figyelembevételével számított értéke, akkor ridegtörés veszélye nem áll fenn.

Egy anyag törési szívósságát valamennyi szabvány, illetve útmutató az alábbi általános képlet alapján határozza meg.

$$K_{IC} = A + B \cdot \exp[C \cdot (T - RT)]$$

Ahol: A, B, C konstansok, T a szerkezeti anyag (pontosabban a repedéscsúcs) hőmérséklete, RT pedig szabványos vizsgálatok (V bemetszésű próbatesten végzett ütőmunka, ejtősúlyos próba, különleges próbatesten végzett próba)

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

alapján meghatározott, a szerkezeti anyag szívósságára jellemző referenciahőmérséklet.

A képlet egyes szabványokban megjelenő konkrét alakja fentitől eltérhet, de egyszerű átalakítással fenti alakra hozható.

A feszültségintenzitás meghatározására szolgáló általános képlet:

$$K_I = D \cdot K_{IPm} + E \cdot K_{IPb} + F \cdot K_{IQm} + G \cdot K_{IQb}$$

Ahol: D, E, F, G konstansok, K_{IPm} az elsődleges membránfeszültségnek megfelelő összetevő, K_{IPb} az elsődleges hajlítófeszültségnek megfelelő összetevő, K_{IQm} a másodlagos feszültségnek megfelelő összetevő, K_{IQb} a másodlagos hajlítófeszültségnek megfelelő összetevő. Ezeket az összetevőket a számított feszültségösszetevők, és az egyes, szabvány által megadott konstansok szorzataként állítják elő.

A K_I feszültségintenzitás nagyságára jelentős mértékben hat ki a vizsgálatnál figyelembe vett, szabvány által meghatározott repedésméret.

10.2.1. A referenciahőmérséklet meghatározása

A referenciahőmérséklet jelentős mértékben kihat a törési szívósság számított értékére, ezért meghatározása nagy körültekintést követel.

Az MSZ 27003-1-9 szabvány [26] G mellékletében leírt módszer az MSZ 27003-1-1 szabvány [13] NB-2331 bekezdése szerint meghatározott RT_{NDT} referenciahőmérsékletet használja. Az RT_{NDT} értékét ejtősúlyos vizsgálattal meghatározott T_{NDT} nulla duktilitási hőmérséklet, és Charpy-vizsgálattal beazonosított T_{CV} hőmérséklet alapján határozzák meg. Ez az eljárás biztosítja, hogy egyrészt az RT_{NDT} nem lehet kisebb a T_{NDT} értéknél, és az ütőmunka és oldalirányú expanzió a minimális üzemi hőmérsékleten megfelelő mértékű.

Az ASME N-631 kódesete [28] szerint az RT_{NDT} érték helyettesíthető RT_{T0} értékkel, amelyet az ASTM E1921-18 szabvány [30] szerint meghatározott T_0 referenciahőmérséklet felhasználásával számítanak.

$$RT_{T0} = T_0 + 19$$

Az RD EO 1.1.2.99.0920-2014 [52] módszertan a ridegtörési elemzéshez a sugárzás hatására fellépő ΔT_F , a termikus öregedés hatására fellépő ΔT_T , és a kifáradás hatására fellépő ΔT_N ridegtörési hőmérséklet-eltolódásokkal növelt T_k kritikus ridegtörési hőmérsékletet alkalmazza.

$$T_k = T_{k0} + \Delta T_T + \Delta T_N + \Delta T_F$$

Az MSZ 27003-1-1 [13] szerinti eljárás nem veszi figyelembe a termikus öregedés és kifáradás hatását. Az NB-3124 bekezdés a sugárzás hatásának

figyelembevételét szükségesnek tartja, de meghatározásának módját nem írja elő.

A fenti módszerekkel meghatározott referenciahőmérsékletek a ridegtörés elemzéséhez alkalmazhatók azzal a megkötéssel, hogy körültekintő tervezői mérlegelés nélkül csak abba a p-T görbe képletbe helyettesíthetők, amely az adott típusú referenciahőmérsékletet meghivatkozta.

10.3. **A varratanyag és hőhatásövezet megfelelő szívósságának igazolására való megfelelésének igazolása**

A hegesztéssel készített komponensek hegesztési varratainak és az alapanyagok hegesztésihőhatás-övezetbe eső részeinek ridegtörésre való megfelelését igazolják. Az igazolást az NB(NC,ND)-4330 előírásai szerint végzik.

11. **A TÚLNYOMÁSVÉDELMI JELENTÉS**

3a.3.3.1200. „A nyomástartó berendezéseket és csővezetékeket, amennyiben a megengedettnél nagyobb nyomás alakulhat ki bennük, megfelelő nyomáshatároló eszközzel kell felszerelni. A nyomáshatároló eszközöket úgy kell megtervezni, hogy működésük esetén a környezetbe kikerülő radioaktív anyag mennyisége az ésszerűen elérhető legalacsonyabb szintű legyen.”

A szilárdsági számítások és a túlnyomásvédelem együtt biztosítják a nyomástartó berendezés nyomásterhelés elleni védelmét. A tervezési alapot képező üzemállapotokban várható nyomásnövekedéseket vagy a szilárdsági számítást kezeli oly módon, hogy a nyomásnövekedés által keltett feszültségekre való megfelelést igazolja, vagy a túlnyomásvédelem kezeli a nyomásnövekedés megelőzésével. Ezért a megfelelő túlnyomásvédelem alkalmazása éppolyan fontos a biztonság szempontjából, mint a szilárdsági számítás.

A túlnyomásvédelem megfelelőségének kritériumait a túlnyomásvédelmi jelentés határozza meg.

A beépített biztonsági szelepek üzemidő alatti próbáit az engedélyes az MSZ 27020-5 szabvány [35] előírásai alapján tervezi elvégezni. E szabvány kritériumainak való megfelelés akkor biztosítható, ha a túlnyomásvédelem létesítése megfelel az MSZ 27003 szabványsorozat vonatkozó NB(NC,ND)-7000 fejezetei szerinti követelményeknek.

11.1. **A túlnyomásvédelmi jelentés tartalma**

A túlnyomásvédelmi jelentés minimális tartalma az NB(NC)-7220 szerint a következő:

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

- a) A túlnyomásvédelem tervezéséhez alapul vett szabvány meghatározása (MSZ 27003-1-1 [13] NB-7000, vagy MSZ 27003-1-2 [14] NC-7000, vagy MSZ 27003-1-3 [15] ND-7000);
- b) A védett rendszer és a nyomáslefúvató készülékek elrendezését mutató rajzok;
- c) A túlnyomásvédelmi rendszer üzemi állapotai, beleértve a lefúvató csővezetékben kialakuló ellennyomást;
- d) A szükséges lefúvatókapacitást meghatározó üzemállapotok elemzése, számítása;
- e) A lefúvatás során megengedett nyomásemelkedési korlát megvalósulásához szükséges lefúvatókapacitás;
- f) A védett rendszer üzemi és biztonsági felügyelete, szabályozása, amelyet a szükséges lefúvatókapacitás meghatározásánál figyelembe vettek;
- g) A nyomáslefúvató készülékek és a hozzájuk tartozó érzékelők redundanciája és függetlensége, amely biztosítja a túlnyomásvédelmet, ha valamelyik lefúvató- vagy érzékelőkészülék meghibásodik;
- h) Annak bemutatása, hogy a védett rendszeren belül van-e a védett rendszerből kizárható komponens, és ennek esetleges kiegészítő túlnyomásvédelme szükségességének elemzése;
- i) A lefúvatókészülék kilépésénél a tervezési nyomás, és ennek megalapozása;
- j) A nyomástranziensek analízise, beleértve a lefúvatókészülék működési idejével összefüggő változásokat, és az esetleges kétfázisú áramlás hatását;
- k) A beállítási értékkel és zárasi nyomással kapcsolatos korlátok, figyelembe véve a nyitónyomástűréseket;
- l) Hasadótárca hasadásnyomás-tűrése;
- m) Ha nincs szükség nyomáslefúvató készülékre, ennek igazolása.

Az ND-7220 szerint a Class 3 rendszerek túlnyomásvédelmi jelentése fentiekől kis mértékben eltér.

11.2. A túlnyomásvédelmi jelentés tanúsítása

Egy vagy több, a túlnyomásvédelemben járatos regisztrált szakértő mérnöknek tanúsítania kell a jelentés megfelelőségét.

11.3. A túlnyomásvédelmi jelentés szerelés utáni felülvizsgálata

A megvalósult állapotot össze kell hasonlítani a jelentésben foglaltakkal. Eltérés esetén azt dokumentáltan kezelni kell. Ha a jelentés a megvalósult állapotnak megfelelően módosításra kerül, akkor annak megfelelőségét regisztrált szakértő mérnöknek kell tanúsítania.

12. REAKTOR BELSŐ KOMPONENSEKRE VONATKOZÓ ELŐÍRÁS

3a.4.1.0100. „Az aktív zóna szerkezetének, az atomreaktor belső elemeinek tervezésekor figyelembe kell venni az összes lehetséges őket érő hatást. Különösen a besugárzás, a kémiai és fizikai folyamatok, a statikus és dinamikus mechanikai terhelések, a hőmérséklet okozta deformációk és feszültségek, és a gyártási tűrések, valamint az élettartam során létrejövő változások figyelembevételével kell igazolni a biztonságos üzemképességet.

3a.4.1.0200. Az aktív zónát biztonságosan alá kell támasztani és rögzíteni kell a reaktortartály belső szerkezeteihez és azokon keresztül a tartályhoz. Kialakításának olyannak kell lennie, hogy megakadályozza a zónaszerkezet egészének és a szerkezeten belüli elemek nem tervezett elmozdulásait, károsodáshoz vezető rezgéseit.”

A zónatartó szerkezetekre vonatkozó előírásokat az MSZ 27003-1-6 szabvány [29] tartalmazza.

A szabvány a sorozat többi tagjához hasonlóan szerkezeti anyagokra, tervezésre, gyártás-szerelésre és vizsgálatokra vonatkozó fejezeteket tartalmaz. Ezen fejezetek és az MSZ 27003-1-1 szabvány [13] azonos című fejezetei között sok a hasonlóság.

Az NG-1121 bekezdés meghatározása szerint azokat a szerkezeteket tekintik zónatartó szerkezetnek, amelyek a zóna (fűtőelemek, SZBV-kazetták) közvetlen tartását, elmozdulásának korlátozását biztosítják. A reaktortartályban lévő többi berendezést az NG-1122 meghatározása szerint belső szerkezetnek nevezik. Az MSZ 27003-1-6 szabvány előírásai csak akkor vonatkoznak a belső szerkezetekre, ha a zónatartó szerkezetek felhatalmazott gyártója így rendelkezik.

Az NG-2121 szerint meghatározott korlátozásokkal ugyanazok a szerkezeti anyagok megengedettek, mint a Class 1 komponenseknél. Az NG-3111 sorolja fel a kötelezően figyelembe veendő terheléseket, ezek között a zónatartó szerkezet speciális funkciójából eredők is megtalálhatók, például az átrakási műveletek alatti terhelések. A szilárdsági megfelelőséget a Class 1 elemekhez hasonlóan analízissel igazolják, a feszültségintenzitások számításával. Az NG-3232 szerint nem csavarelemekre megadott korlátok kisebb eltérésekkel megfeleltethetők a Class 1 elemekéire előírtaknak, a

csavarelemekre előírt korlátok viszont eltérnek, és sokkal részletesebbek, mint a Class 1 elemekre megfelelő korlátok. A hegesztési varratokat itt is A, B, C, D kategóriába sorolják, amelyekre előírják a megengedhető varratípusokat.

13. AZ ADATSZOLGÁLTATÁS RENDJE

13.1. Tervezési specifikáció

Az NCA-3220 szakasz szerint a tervezési specifikációt az engedélyes, illetve az általa megbízott tervező készíti. Az új erőmű teljes egészét az új blokkok generáltervezője tervezi, ezért a generáltervező tekinthető az engedélyes megbízott tervezőjének. Mivel a generáltervező rendelkezik a szükséges adatokkal, a tervezési specifikációt a generáltervező készíti vagy készítteti.

A tervezési specifikáció tanúsításával a generáltervező megbízhat hazai független regisztrált szakértőt, de a tervezési alap teljességéért és megfelelőségéért a felelősség nála marad.

Ha a tervezési specifikáció elkészítésével vagy tanúsításával a generáltervező más regisztrált szakértőmérnök-tanúsítvánnyal rendelkező vállalkozót bíz meg, az adatszolgáltatás teljességéért és egyértelműségéért a felelősség nála marad, ezért az adatszolgáltatás megfelelő rendjét ő alakítja ki.

A kész tervezési specifikációt a generáltervező átadja az engedélyesnek, aki azt felülvizsgálja és véleményezi.

13.2. Tervezési jelentés

Az engedélyes az általa jóváhagyott tervezési specifikációt átadja a generáltervezőnek, aki ennek alapján elkészíti a tervezési jelentést. A tervezési jelentés tanúsításával a generáltervező megbízhat hazai független regisztrált szakértőt.

A kész tervezési jelentést a generáltervező átadja az engedélyesnek, aki az NCA-3260 előírásainak megfelelően azt felülvizsgálja és véleményezi. Az alkalmazott számítási módszerekért és a számítások pontosságáért a felelősség a generáltervezőnél marad.

13.3. Túlnyomásvédelmi jelentés

Az NCA-3271 szakasz szerint a túlnyomásvédelmi jelentést az engedélyes, illetve az általa megbízott tervező készíti. Az új erőmű teljes egészét az új blokkok generáltervezője tervezi, ezért a generáltervező tekinthető az engedélyes megbízott tervezőjének. Mivel a generáltervező rendelkezik a szükséges adatokkal, a túlnyomásvédelmi jelentést a generáltervező készíti.

A túlnyomásvédelmi jelentés tanúsításával a generáltervező megbízhat hazai független regisztrált szakértőt.

14. A DOKUMENTÁCIÓK NYELVE

9.3.2.0100. *„Az atomerőművi blokk létesítése során alkalmazott engedélyezési és létesítési dokumentációnak ki kell elégíteniük a magyar jogszabályokban meghatározott követelményeket.*

9.3.2.0200. *Az engedélyesnek legkésőbb az adott létesítési fázist megelőzően meg kell határoznia, hogy milyen nyelvű dokumentumok, milyen munkákhoz és feladatokhoz használhatóak fel.*

9.3.2.0300. *Az atomerőművi blokk oktatási anyagait, kezelési és karbantartási utasításait és a megvalósítási tervét magyar nyelven kell elkészíteni.*

9.3.2.0400. *A tervekben egyértelműen azonosíthatónak kell lennie, hogy az adott tervezési információt az eredeti tervező vagy a honosító tervező szolgáltatta.*

9.3.2.0500. *A kölcsönös információcsere érdekében szabályozni kell a honosított tervek egyeztetési és felülvizsgálati kötelezettségeit, valamint a honosított tervekben végzett módosítások visszavezetését az eredeti tervekben.*

9.3.2.0600. *Meg kell határozni a különleges tervezési jogosultsággal tervezett dokumentumok honosításának feltételeit olyan személyzet által, amelyik ilyen jogosultsággal nem rendelkezik, különös tekintettel olyan esetekre, amikor a tervek átdolgozása vagy kiegészítése szükséges az egyéb hazai jogszabályok betartása érdekében.*

9.3.2.0700. *Az eredeti és honosított tervek számozására és a rendszerelemek jelölésére alkalmazott módszernek biztosítania kell az egyértelmű azonosíthatóságot és összerendelhetőséget.”*

Az általános közigazgatási rendtartásról szóló 2016. évi CL. törvény 9. pontja szabályozza a közigazgatási hatósági eljárás hivatalos nyelvét. Eszerint a hivatalos nyelv a magyar. Ennek megfelelően az ebben az útmutatóban előírt dokumentumok hivatalos változatát magyar nyelven kell létrehozni.

Ha a dokumentum eredetileg nem magyar nyelven készül, akkor annak véglegest megelőző változatát az engedélyes angol nyelven is átadhatja.

Az angol nyelvű példánynak tartalmaznia kell a dokumentum minőségellenőrzésének, tanúsításának igazolását tartalmazó aláírásokat, vagy ha az eredeti dokumentum más nyelven készült, és az aláíró az angol szöveget nem tudja ellenőrizni, akkor az angol szöveg megfelelőségét szaklektornak kell igazolnia. Az igazolásnak ki kell terjednie a minőségellenőrzés, tanúsítás fordításban való megfelelő megjelenésére.

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

A véglegesnek tekintett angol nyelvű dokumentumot az engedélyesnek, vagy megbízott vállalkozójának kell magyar nyelvre lefordítania. A fordítást nyelvi és műszaki lektorral lektoráltatni kell.

Ha az ennek az útmutatónak a tárgyát képező valamely dokumentumot részben vagy egészben magyar vállalkozó készíti, a készítésnél felhasználandó, gyártó által szolgáltatandó adatokat (például terhelések, szerkezeti anyagok, geometriai kialakítás) szintén angol nyelven kell átadni, aminek megfelelőségét a fentiekben ismertetettek szerint kell igazolni.

15. HIVATKOZÁSOK

- [1] MSZ 27003, Nukleáris létesítmények komponenseinek létesítési szabályai, szabványsorozat
- [2] KTA 3201 Components of the Reactor Coolant Pressure Boundary of Light Water Reactors
- [3] PNAE G-7-002-86, Atomenergetikai létesítmények berendezéseinek és csővezetékeinek szilárdsági számítási normái, Energoatomizdat, 1989
- [4] ASME Boiler & Pressure Vessel Code, Section III, Rules for Construction of Nuclear Facility Components, 2001 Edition
- [5] N3a.1. sz. útmutató, Új atomerőművi rendszerek és rendszerelemek biztonsági osztályba sorolásának alapelvei, Verzió száma: 1., 2017. július
- [6] Regulatory Guide 1.26, Quality Group Classification and Standards for Water-Steam- and Radioactive-waste-containing Components of Nuclear Power Plants, March 2007, Revision 4
- [7] Regulatory Guide 1.143, Design Guidance for Radioactive Waste Management Systems, Structures, and Components Installed in Light-water-cooled Nuclear Power Plants, November 2001, Revision 2
- [8] MSZ 27011 szabványsorozat, Atomerőművi berendezések időszakos vizsgálati szabályai.
- [9] MSZ 27003-0: 2013, Nukleáris létesítmények komponensek kivitelezési szabályai 0. rész: Általános előírások az 1. és 2. szabványcsoporthoz
- [10] MSZ EN 10204: 2005, Fémtermékek. A vizsgálati bizonylatok típusai
- [11] MSZ 27003-1-5: 2013, Nukleáris létesítmények komponensek kivitelezési szabályai:-1-5. rész: Tartók
- [12] MSZ 27003-1-8: 2014, Nukleáris létesítmények komponensek kivitelezési szabályai:-1-8. rész: Kiegészítések az MSZ 27003 szabványsorozathoz

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

- [13] MSZ 27003-1-1: 2013, Nukleáris létesítmények komponensek kivitelezési szabályai: 1-1. rész: 1. osztályú komponense
- [14] MSZ 27003-1-2: 2013, Nukleáris létesítmények komponensek kivitelezési szabályai: 1-2. rész: 2. osztályú komponense
- [15] MSZ 27003-1-3: 2013, Nukleáris létesítmények komponensek kivitelezési szabályai: 1-3. rész: 3. osztályú komponense
- [16] ASME Boiler & Pressure Vessel Code, Section VIII, Division 1, Rules for Construction of Pressure Vessels, 2001 Edition
- [17] ASME B16.34, Valves - Flanged, Threaded, and Welding End
- [18] ASME B31.1-1998, Power Piping
- [19] API Standard 650, Welded Tanks or Oil Storage, Eleventh edition, 2007, American Petroleum Institute
- [20] API Standard 620, Design and construction of large, welded, low-pressure storage tanks, 2012, American Petroleum Institute
- [21] KTA 3211.2 (2013-11) Pressure and Activity Retaining Components of Systems Outside the Primary Circuit Part 2: Design and Analysis
- [22] MSZ EN 13445-3: 2014, Nem fűtött nyomástartó edények. 3. rész: Tervezés
- [23] J. L. Mershon, K. Mokhtarian, G. V. Ranjan and E. C. Rodabauht, Local Stresses in Cylindrical Shells due to External Loading on Nozzles – Supplement to WRC Bulletin No. 107 – (Revision I), Welding Research Council Bulletin 297, 1987
- [24] MSZ EN 1998-4: 2007, Eurocode 8: Tartószerkezetek tervezése földrengésre. 4. rész: Silók, tartályok és csővezetékek
- [25] MSZ EN 13480-3: 2018, Fémből készült ipari csővezetékek. 3. rész: Tervezés és számítás,
- [26] MSZ 27003-1-9: 2014, Nukleáris létesítmények komponensek kivitelezési szabályai:-1-5. rész: Segédletek az MSZ 27003 szabványsorozathoz
- [27] KTA 3211.1 (2017-11) Pressure and Activity Retaining Components of Systems Outside the Primary Circuit Part 2: Materials
- [28] ASME Boiler & Pressure Vessel Code, Section III, Code Cases Nuclear Components, 2001 Edition, Case N-631, Use of Fracture toughness Test Data to Establish Reference Temperature for Pressure Retaining Materials Other Than Bolting for Class 1 Vessels Section III, Division 1
- [29] MSZ 27003-1-6: 2013, Nukleáris létesítmények komponensek kivitelezési szabályai:-1-6. rész: Zónatartó szerkezetek

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

- [30] ASTM E1921-18, Standard Test Method for Determination of Reference Temperature, T_o , for Ferritic Steels in the Transition Range
- [31] NUREG/CR/6909, „Effect of LWR Coolant Environment on Fatigue Life of Reactor Materials” (Final Report), ANL-06/08, U.S. Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC, February 2007.
- [32] Regulatory Guide 1.207, „Guidelines for Evaluating Fatigue Analyses Incorporating the Life Reduction of Metal Components due to the Effects of the Light-Water Reactor Environment of New Reactors”, U.S. Nuclear Regulatory Commission, March 2007.
- [33] MSZ EN 12516-1: 2015, Ipari csővezetékek. Szerelvényházak szilárdsága, 1. rész: Acél szerelvényházak táblázatos számítási módszere
- [34] MSZ EN 12516-2: 2015, Ipari csővezetékek. Szerelvényházak szilárdsága, 2. rész: Acél szerelvényházak számítási módszere
- [35] MSZ 27020-5: 2013, Atomerőművek üzemeltetése és karbantartása, I. kiegészítés, 5. rész: Könnyűvízes atomerőművek nyomáscsökkentő eszközeinek üzemidő alatti próbái
- [36] KTA 3201.2 (2013-11), Components of the Reactor Coolant Pressure Boundary of Light Water Reactors, Part 2: Design and Analyses
- [37] MSZ EN 13445-2: 2014, Nem fűtött nyomástartó edények, 2. rész: Szerkezeti anyagok
- [38] MSZ EN 12285-2: 2005, Gyári kialakítású acéltartályok, 2. rész: Fekvő, hengeres, szimpla és dupla falú tartályok éghető és nem éghető, vízszennyező folyadékok föld feletti tárolására
- [39] MSZ 9910: 1988, Föld feletti, álló, hengeres, merevtetős acéltartály éghető folyadékok és olvadékok tárolására
- [40] KTA 3204 (2015-11), Reactor Pressure Vessel Internals
- [41] N3a.41. sz. útmutató, Új atomerőmű tervezése során alkalmazandó primerkörü gépészeti ajánlások, Verzió száma: 2., 2019. július
- [42] MSZ EN 45510-6-4: 2000, Irányelvek az erőművi berendezések beszerzéséhez. 6-4. rész: Turbina-segédberendezések. Szivattyúk
- [43] MSZ EN 45510-7-2: 2000, Irányelvek az erőművi berendezések beszerzéséhez. 7-2. rész: Csővezetékek és csőszerelvények. Kazán- és nagynyomású csővezeték szerelvények
- [44] ASME Boiler & Pressure Vessel Code, Section II, Materials, Part D, Properties, 2001 Edition

Új atomerőmű nyomástartó gépészeti berendezéseinek és csővezetékeinek tervezése

- [45] KTA 3201.1 (06/98) Components of the Reactor Coolant Pressure Boundary of Light Water Reactors, Part 1: Materials and Product Forms
- [46] PNAE G-7-008-89, Rules for Arrangement and Safe Operation of Equipment and Piping of Nuclear Power Installations, 1989
- [47] ASTM E208-95a, Standard Test Method for Conducting Drop-Weight Test to Determine Nil-Ductility Transition Temperature of Ferritic Steels,
- [48] ASME B16.9-2001, Factory-made Wrought Butt Welding Fittings
- [49] N9.3. sz. útmutató, Szabványok használatának szabályai új atomerőmű létesítése során
- [50] MSZ EN 13480-2: 2017, Fémből készült ipari csővezetékek. 2. rész: Anyagok
- [51] Welding Research Council bulletin 432 „Fatigue strength reduction and stress concentration factors for welds in pressure vessels and piping”
- [52] RD EO 1.1.2.99.0920-2014: Calculations of brittle fracture resistance for VVER vessels at the design stage: Russian Operating Company Guidance Document. JSC “Rosenergoatom”, Moscow
- [53] NUREG-0800. US NRC Standard Review Plan. 5.4.1.1. Pump Flywheel Integrity. 2007.